BERICHT
ÜBER DAS GEOBOTANISCHE FORSCHUNGSINSTITUT RÜBEL IN ZÜRICH

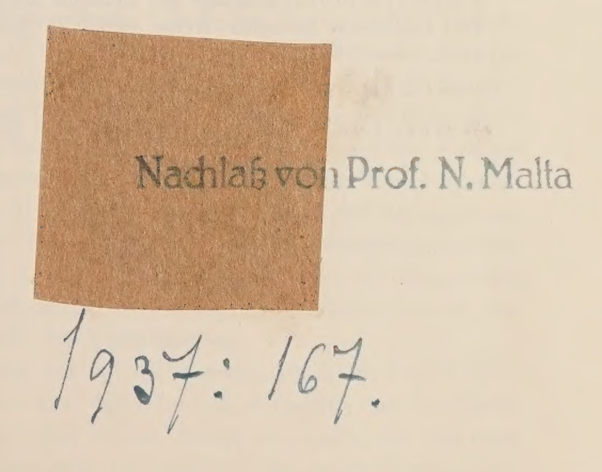
FÜR DAS JAHR 1936

VON E. RÜBEL

ZÜRICH 1937

BERICHT
ÜBER DAS GEOBOTANISCHE FORSCHUNGSINSTITUT RÜBEL IN ZÜRICH
FÜR DAS JAHR 1936

VON E. RÜBEL



ZÜRICH 1937

INHALTSVERZEICHNIS

Buchdruckerei Berichthaus Zürich

I. INSTITUTSTÄTIGKEIT

WISSENSCHAFTLICHE ARBEIT UND BENUTZUNG DES INSTITUTES.

Vom Institut ausgeführte Arbeiten. Die meteorologischen Messungen in unseren sieben Beobachtungsstationen im Albisgebiet gelangten Ende November 1935 nach 4½jähriger Dauer zum Abschluß und sind in Bearbeitung begriffen. Wir verdanken den Beobachtern ihre sorgfältige Arbeit und ihr Ausharren bis ans Ende bestens. Auf der Schinigeplatte wurden die Arbeiten in der Versuchsweide programmgemäß fortgesetzt. Es kamen dort rund 300 Probeflächen zur Ernte. Die Versuchsgruppen V (60 Versuchsflächen) und VI (20 Versuchsflächen) wurden nach sechsjähriger gleichartiger Beeinflussung floristisch und auf die Bodenverhältnisse genau untersucht. Im Alpengarten fanden noch ergänzende floristische Bestandesaufnahmen sowie Taumessungen statt. Wir erstellten auch eine Vegetationskarte des Alpengartens. Das Gebiet wurde fünfmal besucht (3./6.VI., 17./21.VI., 6./7.VII., 10./21.VIII., 16./20.IX.). Dr. J. Käppeli, Direktor der Abteilung für Landwirtschaft am Eidg. Volkswirtschaftsdepartement und Dr. F. T. Wahlen, Direktor der Eidg. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Oerlikon, besuchten die Anlagen im August. Die Verarbeitung der Materialien über die Pflanzengesellschaften und ihre Umweltfaktoren im Gebiete des Alpengartens wurde weiter gefördert. Ferner setzten wir die Untersuchungen über die Zersetzung der Laubstreue fort. Einzelne Laublager sind infolge stark fortgeschrittener Zersetzung des Laubes bereits leer geworden, vor allem die des Eichenlaubes.

Viel Zeit verwendeten wir auf die Forschungen über die Entstehung des Talbodens der Sihl bei Einsiedeln und die Waldgeschichte der Gegend. Das Gebiet wurde im Laufe des Sommers dreimal besucht. Wir erfreuten uns stetsfort der wohlwollenden Förderung von Ingenieur Martin Schröter und Ingenieur G. Gysel, denen wir für ihre Bemühungen bestens danken. Die Forschungen können im kommenden Jahre abgeschlossen werden. Kleinere pollen-

analytische Untersuchungen wurden auch an Bodenaufschlüssen aus andern Gebieten ausgeführt. Unter den neu eingegangenen Materialien sind vor allem solche aus den im Sommer 1936 erfolgten Tiefenbohrungen im Areal der Tonhalle in Zürich zu nennen, die uns Dr. J. Hug vermittelte und solche aus einer vorgeschichtlichen Fundstätte bei Carouge, die wir von Dr. Louis Blondel erhielten.

Durch Dr. Vareschi wurden die Eisproben aus dem Claridenfirn, die wir Dr. R. Streiff-Becker verdankten (s. letzter Jahresbericht), pollenanalytisch durchgearbeitet. Dr. Vareschi arbeitete ferner über die Epixylen-Vegetation der Stadtgemeinde Zürich und über den Einfluß der Beschattung auf die Bodentemperaturen.

Prof. Brockmann-Jerosch und Dr. Lüdi nahmen vom 30. März bis 21. April an der 8. I.P.E. durch Marokko und Algerien teil (s. S. 12).

Vom 20. bis 29. Juli veranstaltete das Institut unter Leitung von Dr. Lüdi und unter Mitwirkung des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums Davos (Leitung Dr. W. Mörikofer) in Davos einen ersten Kurs in alpiner Botanik mit 18 Teilnehmern (vgl. den Kursbericht unter den wissenschaftlichen Beilagen zum Jahresbericht).

Pflanzengeographische Kartographie.

Herr Prof. Brockmann-Jerosch gibt uns folgenden Bericht: Durch starke anderweitige Inanspruchnahme von Prof. Dr. Brockmann-Jerosch konnte die Europakarte nur wenig gefördert werden. Noch gehen die Meinungen über die Art der Darstellung auseinander. Prof. Dr. Tansley teilte von neuem mit, daß für Großbritannien die Kartierung der tatsächlichen Verhältnisse nicht möglich sei. Nur eine Karte der Klimaxgesellschaften komme in Frage.

Benützung der Hilfsmittel des Institutes und Förderung von Geobotanischer Feldarbeit.

Dr. Fritz Ochsner in Muri (Aargau) setzte seine ökologischen Untersuchungen an Epiphytenstandorten fort. Auf Ende des Jahres 1937 ist ein vorläufiger Abschluß vorgesehen. Frau Dr. Amélie Hoffmann-Grobéty brachte ihre Studie über das Hochmoor Bocken bei Näfels dem Abschlusse nahe. Die rund 100 Bohrpunkte erlauben, die Untergrundsverhältnisse des Moores und durch die pollenanaly-

tische Konnexion auch die Entstehungsgeschichte weitgehend aufzuklären. Arno Bacmeister vollendete bei einem Aufenthalte im Institut im Januar/Februar 1936 seine Studie über die Pollen der miozänen Öhningerschichten und setzte außerdem seine Vegetationsstudien bei Wangen am Untersee fort. Er hielt darüber am 23. Januar einen Kolloquiumsvortrag. P. Müller in Schildwald/Aargau vollendete die Studie über die Entstehung des Etzelwilermooses, die er zusammen mit Dr. H. Gamma angefangen hatte (s. wiss. Beilagen). Im Dezember hielt er sich einige Zeit im Institute auf. Für Fr. Jonas, Leiter der Moorabteilung der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Berlin, besorgten wir wiederholt größere Torfproben zur wissenschaftlichen Untersuchung.

Das Institut erhielt im Laufe des Jahres zahlreichen Besuch; das Gästebuch weist 196 Eintragungen auf, und die Gastzimmer waren häufig belegt. Mehrere der Besucher arbeiteten regelmäßig in Bibliothek oder Herbar.

Die Bibliothek lieh 157 Bücher aus. Die Zahl der ausgeliehenen Instrumente belief sich auf 95 Stück.

Forschungsbeiträge.

Prof. Brockmann und Dr. Lüdi erhielten eine Subvention für die Teilnahme an der I.P.E. durch Marokko, Dr. Ed. Frey für lichenologische Untersuchungen in der Umgebung von Zermatt. Ferner wurden die ökologischen Forschungen von Dr. F. Ochsner weiterhin unterstützt.

Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel im Jahre 1936.

Veröff. 7. Heft: J. Braun-Blanquet und Eduard Rübel, Flora von Graubünden, 4. Lieferung (S. 1205–1695). (Umfaßt den Schluß des Werkes: die Dicotyledonen von den Scrophulariaceen bis und mit den Compositen, sowie das Register.)

Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1935 (112 S. mit 4 Originalbeiträgen, s. unten).

Verzeichnis der aus dem Institute stammenden oder durch das Institut veröffentlichten Arbeiten.

1. Brockmann-Jerosch, Heinrich: Bericht der Kommission für eine internationale Vegetationskarte von Europa. Ber. Geobot. Inst. Rübel **1935** 1936 (13–23).

2. **Bacmeister, Arno**: Pollenformen aus den obermiozänen Süßwasserkalken der „Öhninger Fundstätten“ am Bodensee. Ber. Geobot. Inst. Rübel **1935** 1936 (29–37, 3 Abb. auf 2 Taf.).
3. **Braun-Blanquet, J., und Rübel, Eduard**: Flora von Graubünden, 4. Lieferung (s. Veröff.).
4. **Erdtman, Gunnar**: Neue pollenanalytische Untersuchungsmethoden. Ber. Geobot. Inst. Rübel **1935** 1936 (38–46, 1 Abb. im Text und 4 Abb. auf 2 Taf.).
5. **Lüdi, Werner**: Experimentelle Untersuchungen an alpiner Vegetation. Ber. Schweiz. Bot. Ges., Festband Rübel, **46** 1936 (632–681, 4 Abb. im Text und 5 Taf.).
6. **Lüdi, Werner**: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, Festband Rübel, **46** 1936 (691 S., 29 Taf., mehrere Karten, zahlr. Textabb.) (Redaktion).
7. **Lüdi, Werner, und v. Senger-Agthe, Nanny**: Verzeichnis der Veröffentlichungen von E. Rübel. Ber. Schweiz. Bot. Ges., Festband Rübel, **46** 1936 (684–691).
8. **Lüdi, Werner, und Vareschi, Volkmar**: Die Verbreitung, das Blühen und der Pollenniederschlag der Heufieberpflanzen im Hochtale von Davos. Ber. Geobot. Inst. Rübel **1935** 1936 (47–112, 8 Abb. im Text).
9. **Rübel, Eduard**: Carl Schröter zum achtzigsten Geburtstag, 19. Dezember 1935. Ber. Geobot. Inst. Rübel **1935** 1936 (21–28) (mit Verzeichnis der Publikationen von C. Schröter aus den Jahren 1926–1935).
10. **Rübel, Eduard**: Plant Communities of the World. Essays in Geobotany in Honour of William Albert Setchell. Univ. of California Press 1936 (263–290).
11. **Rübel, Eduard**: Pflanzensoziologischer Aufbau. Nova Acta Leopoldina, Abh. d. Kais. Leopold.-Karolin. Deutschen Akad. d. Wiss. N.F. **4** Nr. 19 1936 (141–156).
12. **Rübel, Eduard**: Bericht über die Stiftung Amrein-Troller, Gletschergarten Luzern. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. **1935** (S. 116–117).
    Rübel, Eduard, und Braun-Blanquet, J.: s. Nr. 3.
    v. Senger-Agthe, Nanny, und Lüdi, Werner: s. Nr. 7.
13. **Vareschi, Volkmar**: Blütenpollen im Gletschereis. Zeitschr. für Gletscherkunde **23** 1935 (255–276, 8 Abb.).
14. **Vareschi, Volkmar**: Die Epiphytenvegetation von Zürich. Ber. Schweiz. Bot. Ges., Festband Rübel, **46** 1936 (445–488, 4 Taf., 1 Karte, 4 Abb. im Text).
    Vareschi, Volkmar, und Lüdi, Werner: s. Nr. 8.

Veröffentlichung von Forschungen, die vom Institut subventioniert wurden.

Hierher sind zu rechnen von den oben genannten Nummern: 1, 2, 3, 5, 8, 13.

VERWALTUNG UND INNERE TÄTIGKEIT DES INSTITUTES.

Bibliothek.

Die Zahl der Neueingänge betrug 649 (davon 33 durch Kauf); ferner wurden 290 Nummern der Bibliothek Schröter katalogisiert. Der Gesamtzuwachs beträgt 939 Nummern, und der Stand der Bibliothek beläuft sich auf 17925 Einzelschriften. Ferner gingen ein 477 Hefte von Zeitschriften und 35 Nummern von Lieferungswerken, sowie eine Anzahl pflanzengeographischer und geologischer Karten.

Prof. Dr. C. Schröter übergab uns aus seiner Bibliothek weitere 433 Hefte, die wiederum provisorisch geordnet wurden. Mit der endgültigen Einordnung der von Prof. Schröter in den letzten Jahren übergebenen Schriften wurde gegen das Jahresende hin begonnen. Auf Wunsch von Prof. Dr. E. Gäumann überließen wir dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Techn. Hochschule geschenkweise die Doppel unserer Bibliothek, die zum großen Teile von der Übernahme der Schröter-Bibliothek herrühren, soweit sie der Bibliothek dieses Institutes fehlen. Einer ersten Sendung, gegen Ende des Jahres, wurden 168 Stück entnommen.

Die Depositensammlung von Dr. Lüdi nahm um 16 Stück zu.

Der Tausch der Veröffentlichungen wurde mit den nachfolgenden Institutionen neu aufgenommen:

Badische Landessammlungen für Naturkunde und Naturschutzstelle Karlsruhe (Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland).
Société des Sciences Naturelles du Maroc (Mémoires und Bulletin).
Vom Conservatoire de Botanique et Institut de Botanique systématique de l'Université de Genève erhalten wir neben der Candollea auch die Boissiera.

Die Jahresberichte tauschen wir neu mit:

Nationales ungarisches Museum in Budapest (Annales historico-naturales Musei Nationalis Hungarici).
Naturforschende Gesellschaft des Kantons Baselland (Tätigkeitsberichte).
Von Prof. Dr. B. Soó Rezsö aus dem Botanischen Institut der Universität Debrecen erhalten wir neu die Acta Geobotanica Hungarica.

Durch Abonnement erwerben wir neu das Landwirtschaftliche Jahrbuch der Schweiz.

Die Bildersammlung erhielt durch Prof. Dr. C. Schröter weitere Bilder von Naturforschern. Die Lichtbildersammlung nahm ebenfalls zu durch Bilderserien, die zu Vorträgen angefertigt wurden.

Eine Sammlung photographischer Negative (Pflanzenbilder aus dem Schinigeplatte-Gebiet) wurde uns von Frau Dr. Nelly Schindler-Frey in Bolligen geschenkt.

Herbarium.

Es wurde gekauft die 2. und 3. Centurie der Flora Iberica Selecta von P. Font Quer. Dr. Lüdi brachte aus Marokko und Algerien rund 700 Bogen mit heim und lieferte außerdem kleine Sammlungen von Schweizerpflanzen. Ferner wurden dem Institute kleinere Sammlungen geschenkt von Prof. Dr. Martin Rikli (Marokko, Spitzbergen) und Dr. J. Weber, Baden.

Eingeordnet wurden 1341 Bogen des Herbar Lüdi und 360 Bogen kleinerer Sammlungen, zusammen 1701 Bogen. Davon kamen ins Helveticum 1107 Bogen, ins Generale 594 Bogen Die fortgeschriebene Bogenzahl beläuft sich jetzt für das Herbarium helveticum auf 47907 und für das Herbarium generale auf 64524 Bogen.

Kleinere Eingänge wiesen auch das Flechten- und Moos-Herbar auf.

Wir danken allen Spendern von Büchern, Bildermaterial, Herbarpflanzen für ihre Liebenswürdigkeit bestens.

Laboratorium und ökologisches Instrumentarium.

Da das vorhandene Laboratorium den Bedürfnissen nicht mehr genügen konnte, so wurde ein großer Kellerraum, die bisherige Werkstätte, zu einem zweiten Laboratorium ausgebaut, das vor allem für Untersuchungen, die Säuren benötigen, sowie zur Aufstellung gewisser Sammlungen verwendet werden soll. Der Ausbau begann gegen Ende des Jahres, und die Fertigstellung fällt ins Jahr 1937.

Folgende Instrumente wurden neu angekauft:

1 Leitzmikroskop
1 Kreuztisch
1 Ionometer nach Lautenschläger (für Felduntersuchungen)
1 großes Aspirations-Psychrometer (Schildknecht in Zürich)
1 Erdbodenthermometer (Lambrecht) zum Einbohren bis in 1 m Bodentiefe
5 Sixthermometer
1 Erdbodenthermometer für 40 cm Bodentiefe
5 Büretten-Atmometer nach eigenem Entwurf
1 selbstregistrierendes Drosometer nach Bujorean
1 Bodensonde nach Bujorean
1 schwedischer Torfbohrer (Beus und Mattson) und weitere Verlängerungsstäbe, die erlauben, bis in 12 m Tiefe zu bohren.

Hausunterhalt.

Der Bau eines neuen Laboratoriums wurde bereits erwähnt. Er brachte die Verlegung der Werkstätte in den bisherigen Packraum mit sich, der wiederum durch Benutzung des Kohlenraumes zur Versorgung von Kisten und Packmaterial entlastet wurde. Kleinere Umänderungen wurden auch im bestehenden Laboratorium vorgenommen. Die übrigen Unterhaltungsarbeiten für das Haus waren unbedeutend.

Kuratorium.

Das Kuratorium hielt am 19. Februar eine Sitzung ab und genehmigte den Jahresbericht und die Rechnung für 1935.

Am 18. Juli 1936 feierte Prof. Rübel seinen 60. Geburtstag. Die Schweizerische pflanzengeographische Kommission überraschte ihn auf dieses Ereignis mit einer als Sonderband der Berichte der Schweiz. Botan. Gesellschaft herausgegebenen Festschrift, zu der 36 Fachkollegen Beiträge gegeben hatten und die von Dr. Lüdi redigiert worden war. Die Geburtstagsfeier, an der auch das Institut teilnahm, fand am 11. Juli in Brestenberg am Hallwilersee statt.

Personalverhältnisse.

Auf 1. Oktober trat Dr. Vareschi, der 4½ Jahre als Assistent gewirkt hatte, aus und siedelte an das Botanische Institut der Universität München über. Wir bedauern sein durch fremdenpolizeiliche Vorschriften notwendig gewordenes Ausscheiden, danken ihm für seine wertvolle und freudig geleistete Mitarbeit und wünschen ihm in seiner weiteren Laufbahn ein gutes Fortkommen. Als neuer Assistent trat vorübergehend Dr. Emil Stuber ein und auf Ende Oktober Balthasar Stüßi, dipl. Fachlehrer, von Haslen, Glarus, ein Schüler von Prof. A. U. Däniker, der über Schneetälchenvegetation arbeitet. Seit dem Juli arbeitet an unserem Institute Fräulein Margr. Bertschinger als Volontärin. Sie beschäftigt sich insbesondere mit Pollenanalyse. Vom 9. März bis 8. Juni war der Laborant, Hans Siegl, im Militärdienst abwesend (Rekrutenschule). Er wurde zeitweilig vertreten durch Dr. E. Stuber.

PERSONALIA.

A. Kuratorium.

Prof. Dr. E. Rübel, Präsident
Frau Anna Rübel-Blaß
Prof. Dr. C. Schröter
Prof. Dr. H. Brockmann.

B. Personalbestand.

Oberleiter: Prof. Dr. E. Rübel
Direktor: Dr. W. Lüdi
Spezialdelegierter für Vegetationskartographie: Prof. Dr. H. Brockmann-Jerosch
Assistent: Balthasar Stüßi
Gehilfin: Fräulein Lore Brockmann
Institutswart: Frau Nanny v. Senger-Agthe
Laborant: Hans Siegl
Volontärin: Fräulein Margrit Bertschinger.

Betriebsrechnung 1936

Honorare	26338.50	Saldo 1.1.36.	.
Bibliothek	3429.25	Bezug von Kapitalrechnung	49000.—
Instrumente	2012.30	Verkauf von Veröffentl.	1075.55
Labor	569.75	Verschiedenes	258.30
Büromaterial	660.50		
Herbar	165.85		
Kartographie	183.25		
Reisen	1460.—		
Druck Veröffentl. G.I.R.	8744.55		
Forschungsarbeiten des Instituts	1221.65		
Forschungsarb. Anderer	956.55		
Haus	4591.80		
Saldo 31.12.36.	—.—		
	50333.85		50333.85

Kapitalrechnung 1936

Bezüge der Betriebsrechn.	49 000.—	Saldo	8 331.—
Wertschriftenverkehr . .	1 807.25	Zinsen	50 407.55
Saldo 31.12.36.	7 931.30		
	58 738.55		58 738.55

Bilanz am 31. Dezember 1936

Grundstück	80 000.—	Reinvermögen Buchwert	1 587 933.30
Gebäude	300 000.—	(Anlagewert 1 741 000.-)	
(Anlagewert 311 936.60)			
Mobiliar	1.—		
(Anlagewert 39 322.80)			
versichert zu 36 000.—			
Wertschriften	1 200 000.—		
(Anlagewert 1 150 000.—)			
Sammlungen	1.—		
Bibliothek, vers. 90 000			
Herbarium ,, 41 000			
Instrumente ,, 44 000			
Schausamml. ,, 2 000			
Bankguthaben	7 931.30		
	1 587 933.30		1 587 933.30

Zur Rechnung.

Die Kapitalrechnung schließt mit einem kleinen Rückschlag von 400 Fr. Bibliothek und Instrumente belasteten dies Jahr die Rechnung mehr, das Laboratorium dagegen weniger. Der Posten pflanzengeographische Kartographie weist eine Ruhepause auf gegenüber dem letzten Jahr, in welchem 5976 Fr. für die Karte der Vegetation der Erde ausgegeben worden waren. Der Druck der Veröffentlichungen kostete mehr; es ist darin ein letzter Posten von 5400 Fr. für die Flora von Graubünden enthalten, die endlich einen guten Abschluß gefunden hat. Dieses Sorgenkind erhielt dankenswerterweise 18000 Franken von der Joachim de Giacomi-Kommission der S.N.G. und belastete unser Institut noch mit 84536 Franken. Der Hausunterhalt hält sich annähernd auf derselben Höhe wie bisher. Im kommenden Jahr wird die Fälligkeit hochverzinslicher Wertschriften, deren Erlös beim heutigen Kursstand aller Werte nur viel niedriger verzinslich wieder angelegt werden kann, eine dauernde Verminderung im Zinsertrag erzeugen.

II. FREIES GEOBOTANISCHES KOLLOQUIUM

Im freien geobotanischen Kolloquium wurden im Wintersemester 1936/37 folgende Vorträge gehalten:

Walter Höhn: Die Biocoenosen der Bergbäche und der Sihl im Gebiete des Hohen Ron (10.XII.1936).

Werner Lüdi: Experimentelle Untersuchungen an alpiner Vegetation. (21.I.1937).

Werner Lüdi: Bericht über einen Kurs in alpiner Botanik im Sommer 1936. Ein mikroklimatisches Höhenprofil in den Alpen von Davos (18.II.1937) (s. wissenschaftl. Beilagen).

Paul Müller: Das Etzelwilermoos bei Sursee (4.II.1937) (s. wissenschaftl. Beilagen).

Emil Schmid: Fragen der Kartierung der Vegetation von Europa (11.III.1937).

Emil Stuber: Beitrag zum Xerophytenproblem (26.XI.1936).

III. PERMANENTE KOMMISSION DER I. P. E.

Mit Sitz im Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Zürich.

Vom 30. März bis 21. April 1936 fand die wohlgelungene achte Internationale Pflanzengeographische Exkursion statt unter der Leitung von Prof. Dr. René Maire und Prof. Dr. Louis Emberger. Marokko wurde kennen gelernt sowohl in den Küstengebieten als besonders in einer Durchquerung des Großen Atlas. Die letzte Woche war einem Besuche der Sahara im Hinterlande von Oran gewidmet.

Der ständige Referent, E. Rübel, der als einziger alle sieben bisherigen I.P.E. mitgemacht hat, konnte diesmal zu seinem großen Bedauern nicht mehr mitkommen, da seine Marschfähigkeit so weit abgenommen hat, daß sie nunmehr unter den bescheidensten Ansprüchen, die eine Exkursion überhaupt machen kann, steht.

Es wurde beschlossen, wiederum einen Band Ergebnisse zusammenzubringen, die das Geobotanische Institut Rübel herausgeben wird. Für die neunte I.P.E. 1938 oder 1939 wurde eine Einladung nach Rußland angenommen.

Die „Permanente Kommission", von der zwei Mitglieder nicht mehr aktiv an den Exkursionen teilnehmen können, machte von ihrem Rechte der Zuwahl Gebrauch und erweiterte sich durch die Wahl von Dr. Walther Rytz, Professor an der Universität Bern, und Dr. Werner Lüdi, Direktor des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel in Zürich, zu Mitgliedern der Kommission.

BERICHT ÜBER DEN KURS IN ALPENBOTANIK

veranstaltet in Davos vom 20.–29. Juni 1936

durch das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich unter Mitwirkung des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums Davos.

Von *Werner Lüdi*, Zürich.

Seit einer Reihe von Jahren fanden in den Alpen der deutschen Schweiz außerhalb des regulären Hochschulbetriebes keine Veranstaltungen mehr statt, die den Zweck verfolgten, in Form eines geschlossenen Kurses in die Kenntnis der Vegetation der Alpen und ihrer Lebensbedingungen einzuführen. Das Geobotanische Institut Rübel entschloß sich, in die Lücke zu treten und einen solchen Kurs durchzuführen.

Die Wahl des Ortes fiel auf Davos, das in verschiedener Hinsicht geeignet erschien [1]). Es liegt als breites Hochtal in Graubünden an der Grenze zwischen den Zentralalpen und den nördlichen Kalkalpen, in der subalpinen Höhenlage (ca. 1600 m), und die Berge seiner unmittelbaren Umgebung reichen bis in die Nivalstufe hinauf. Das Klima ist gemäßigt kontinental. Nach einer Mitteilung von Dr. W. Mörikofer, die ich bestens verdanken möchte, ergeben sich folgende klimatische Mittelwerte: Mittlere jährliche Niederschlagsmenge 958 mm; Jahresmittel der Temperatur +2,8°; Temperaturmittel des wärmsten Monats: 12,0°, des kältesten Monats: —6,9°, Zahl der heiteren Tage: 100; Zahl der Tage mit Niederschlag: 167, Zahl der Sonnenscheinstunden pro Jahr im Mittel: 1757; mittlere Bewölkung: 5,3.

Die Ausgänge des Hochtales gehen nach Norden in das relativ ozeanische Prätigau, gegen Süden in das kontinentalere Albulatal. Die geologische Unterlage ist sehr wechselnd: Granite, Gneise, Serpentine, Kalke, Dolomite liegen in großer Massenausdehnung und in enger Durchmischung vor. Die Flora ist ziemlich reich, die Vege-

[1]) Vgl. W. Lüdi und V. Vareschi: Die Verbreitung, das Blühen und der Pollenniederschlag der Heufieberpflanzen im Hochtale von Davos. Ber. Geobot. Forschgsinst. Rübel in Zürich **1935** 1936 (47—112).

tation vielgestaltig. Dazu ist das Gebiet gut zugänglich, und Bergbahnen und Straßen erlauben, leicht und rasch große Entfernungen und Höhenunterschiede zu überwinden.

Einen ganz besonderen Vorteil bot das Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos, dessen Direktor, Dr. W. Mörikofer, nicht nur die Vorbereitung des Kurses förderte, sondern sich auch bereit erklärte, die Kursteilnehmer durch Vorträge in physikalisch-meteorologische Meßmethoden einzuführen, vor allem in die Strahlungsmessung und Feuchtigkeitsmessung.

Die Dauer des Kurses wurde auf zehn Tage festgesetzt. Die Kursarbeit sollte die Möglichkeit bieten, auf kleineren und größeren Exkursionen einen Überblick über die Flora und die Haupttypen der Vegetation des Davoser Gebietes, sowie über die Beziehungen zwischen Vegetation und Umwelt zu gewinnen und Einsicht zu erwerben in die Gesetzmäßigkeiten der Vegetationsverteilung.

Auf erfolgte Ausschreibung hin erhielten wir eine bedeutende Zahl von Anmeldungen, so daß die später einlaufenden nicht mehr berücksichtigt werden konnten und die Zahl der Teilnehmer mit 18 das ursprünglich vorgesehene Maximum wesentlich überschritt. Es nahmen teil:

H. Ambühl, stud. forest., Trins, Graubünden
Louis Faurel, Assistent, Univ. Alger
Dr. F. Heinis, Basel
Dr. Gina Luzzato, Milano
Prof. Dr. G. Masamune, Japan
A. Menzi-Merz, Basel
Dr. K. Redinger, Wien
Frau Hildegard Redinger, Wien
René Rougieux, Assistent, Univ. Alger
G. Sandberg, Assistent, Upsala
Prof. Dr. R. Scharfetter, Graz
Dr. F. Schwarzenbach, Wädenswil
Dr. W. Schmaßmann, Liestal
H. Schmaßmann, Liestal
Dr. P. Steinegger, Liestal
Prof. Dr. F. Widder, Graz
Dr. H. Wirz-Luchsinger, Basel
Dr. H. Wolff, Luzern.

Zur Unterkunft diente uns die Villa Johanna, und deren Besitzer Heinrich Schmidt sorgte für gute Verpflegung, ermöglichte uns

die Einrichtung geräumiger Arbeitsstätten und machte uns den Aufenthalt in seinem Hause angenehm. Um die Auslagen der Teilnehmer in mäßigen Grenzen zu halten, wurden ihnen nur die Kosten für die Reise und die Verpflegung überbunden; für das übrige, namentlich auch für die Kosten der Exkursionen, kam das Geobotanische Institut Rübel auf.

Die zur Verfügung stehende Zeit erwies sich trotz aller Arbeitsfreudigkeit der Teilnehmer als sehr knapp. Die vorgesehenen Exkursionen, als Grundlage des ganzen Kurses, konnten zwar trotz der unbeständigen Witterung alle ausgeführt werden; aber zur völligen Verarbeitung der gesammelten Materialien in unserem improvisierten Laboratorium reichte die Zeit nicht aus.

Dem wiederholt geäußerten Wunsch der Kursteilnehmer folgend, soll im nachfolgenden versucht werden, die Ergebnisse der Kursarbeit in Form eines Tagebuches zusammenzufassen. Auf eine Wiedergabe der Bestandesaufnahmen, über die ja jeder Teilnehmer in seinem Notizbuche selber verfügt, muß verzichtet werden. Zu einer eingehenden statistischen Verarbeitung, wie sie wünschbar wäre, reichen unsere Davoser Materialien im allgemeinen noch nicht aus.

19. Juli. Sammlung der Teilnehmer im Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel um 19 Uhr. Eröffnung des Kurses durch Prof. E. Rübel. Allgemeine Einführung durch Dr. W. Lüdi.

20. Juli. Reise von Zürich nach Davos, längs des Zürichsees, des Wallensees, durch das Churer Rheintal, das Domleschg, das Albula- und das Landwassertal.

Halt am Südufer des Wallensees, der tief in die steil aufstrebenden, kalkigen Gebirgsketten eingesenkt erscheint. Diese tragen vorwiegend Buchenwald oder Mischbestände mit Eichen und Linden, letztere vor allem an sonnig-felsigen Hängen. Auf dem Südufer tritt bei Murg auch der kalkarme Verrukano bis an das Seeufer. Hier, in etwa 500 m Meereshöhe, besuchten wir Bestände von *Castanea vesca*, die vielleicht zur Römerzeit angepflanzt wurden und sich bis heute gehalten haben, jetzt allerdings wenig mehr gepflegt werden und zurückgehen. Der aufgenommene Bestand war ein geschlossener *Castanea*-Hochwald mit eingestreuter *Quercus robur*. Im strauchigen Unterwuchs herrschte *Corylus avellana*. Reichlich waren untermischt *Frangula alnus*, *Quercus robur*, *Castanea* und spärlich mehrere andere Sträucher. In der Feldschicht dominierten

TAFEL 1



Abb. 1. Kursteilnehmer. Phot. F. Widder



Abb. 2. Im Kurslaboratorium. Phot. F. Widder

TAFEL 2



Abb. 1. Ökologische Messungen im Garten. Phot. F. Widder



Abb. 2. Phot. F. Widder
Feldarbeit (Carex Firma-Bestände am Schiahorn).

Luzula nivea und *Vaccinium myrtillus*, und reichlich fanden sich: *Dryopteris phegopteris*, *Dryopteris filix mas*, *Dryopteris oreopteris*, *Carex silvatica*, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Veronica urticifolia*, *Galium silvaticum*, *Phyteuma spicatum*, *Solidago virga aurea*, *Prenanthes purpurea*, *Hieracium silvaticum*.

Es herrschen also die azidiphilen oder indifferenten Arten bei weitem vor. Die neutrophilen Arten, von denen nur *Phyteuma spicatum* häufig ist, treten zurück, zeigen aber gutes Gedeihen, so in einzelnen großen Herden *Asperula odorata*, ferner *Carex digitata*, *Orchis maculatus*, *Geum urbanum*, *Rubus* sp., *Viola silvatica*, *Epilobium montanum*, *Sanicula europaea*, *Campanula trachelium*. Basiphile Arten fehlten. Einzelne kleine *Picea*-Pflanzen waren offenbar eingepflanzt worden.

Der Boden war eine bald flachgründige, bald tiefgründige Braunerde, von Verrukano-Blöcken durchsetzt, ohne makroskopisch sichtbaren B-Horizont, aber podsolig degradiert. Das pH schwankte um 5 und erreichte auch im C-Horizont, in 120 cm Tiefe, nur 5,27. Die oberflächlichen Schichten enthielten bei mittlerem Humusgehalt (7 bis 20% Glühverlust) sehr viel kolloidal ungesättigte Humusstoffe.

Dieses Castaneetum ist ein Bestand, der zwischen dem Fagion und dem Quercion roboris, aber näher dem letzteren steht. Die Vermagerung des Bodens und die Ausbreitung der azidiphilen Arten wurde jedenfalls durch die Bewirtschaftung stark gefördert. Ähnliche Bestände von Castanea fanden wir auch in der näheren Umgebung, entsprechende Begleitflora auch unter Fagus-Oberwuchs. Daneben aber auch Übergänge zum typischen Fagetum. Eine sehr wesentliche floristische Ähnlichkeit zwischen diesen sauren Castaneeten und den Castanea-Hoch- und Niederwäldern im Kanton Tessin, am Südhange der Alpen, ist nicht zu verkennen. Auch in dem Sottoceneri wird man *Vaccinium myrtillus* und *Luzula nivea* in den Kastanienwäldern immer wieder und häufig dominierend vorfinden.

Im Wallenseegebiet ist das Klima betont ozeanisch, erhält aber eine besondere Note durch den aufhellenden, aufwärmenden und austrocknenden Föhnwind, der namentlich im Frühling für die Vegetation wichtig ist und die xerischen Arten begünstigt. Diese breiten sich vor allem an den kalkigen Sonnhängen am Nordufer des Sees weithin aus. Der Klimaxwald des Gebietes dürfte im Fagetum zu suchen sein.

In scharfem Gegensatze steht zu diesem Nordalpengebiet, trotz der räumlichen Nähe, die Vegetation des trockenen Churer Beckens. Hier herrschen Pinus silvestris-Bestände, an die nach oben der Piceawald anschließt. Die Buche tritt zurück. Die Pinuswälder sind im allgemeinen auf steile, trockene Hänge beschränkt und reich an xerischen Arten von pontischer oder submediterraner Verbreitung [1]. An sie schließen Laubgebüschformationen und reich entwickelte Trockenwiesen vom Xerobrometum-Typ an, wie wir am Mittenberg bei Chur verfolgt haben. Der Boden all dieser Bestände ist ungereift, kalkreich, wie auch die primäre Felsunterlage. Gelegentlich finden sich auch Föhrenwälder in flacher Lage, so auf Bergsturzgebiet bei Reichenau. Hier sind die Böden in der Reifung weit fortgeschritten und vielleicht auch durch die Bewirtschaftung (künstliche Ausbreitung der Föhre?) etwas degradiert. Sie sind bis in beträchtliche Tiefen entkalkt, merklich sauer (pH 5,5—6) und zeigen Anfänge von Rohhumusbildung.

Die Föhrenwälder des Churer Beckens sind wohl ursprünglich lokal-klimatisch und edaphisch bedingt, und der Vegetationsklimax war vermutlich ein Glied des Quercion pubescentis-Verbandes, von dem aber nur noch Spuren vorhanden sind.

Das Prätigau dagegen ist in seinen tieferen Lagen noch dem Buchenklimaxgebiet zuzurechnen, das nur hier in das Innere des graubündnerischen Rheingebietes eindringt. Auf der Fahrt von Chur durch das Domleschg nach Thusis-Tiefenkastel-Filisur und bis Wiesen im Tale des Davoser Landwassers bleiben wir in einem Vegetationsgebiet, das eng an das Churer Rheintal anschließt; immer wieder sind die trockenen Hänge mit Föhrenwäldern überzogen.

21. Juli. Eine kleinere Exkursion machte uns mit dem Davoser Talboden und dem Fuß der Hänge bekannt. Dieses Gebiet ist beinahe vollständig in gedüngte Mähwiesen umgewandelt, einer floristisch verhältnismäßig einheitlichen Halbkulturgesellschaft, die wir nach den dominierenden Gräsern Agrostideto-Trisetetum flavescentis benennen können. Lokal werden auch verschiedene

---

[1] Vgl. Jos. Braun-Blanquet: Die Föhrenregion der Zentralalpentäler, insbesondere Graubündens in ihrer Bedeutung für die Florengeschichte. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. **98** 1916 II (59—86). Ders.: Die xerothermen Pflanzenkolonien der Föhrenregion Graubündens. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges., Zürich **62** 1917 (275—285).

andere Gräser herrschend, wie *Dactylis glomerata*, *Phleum alpinum*, *Poa alpina* oder Stauden wie *Polygonum bistorta*, *Rumex arifolius*, *Ranunculus acer*, *Chaerefolium silvestre*, *Heracleum sphondylium*. Doch bleibt die qualitative Zusammensetzung immer weitgehend die gleiche. Diese Fettwiesen gehen, soweit die regelmäßige und intensive Düngung reicht, in kleineren Flächen auch in die Nebentäler hinein, steigen auf die Talterrassen und finden sich gelegentlich auf den Alpweiden in der Nähe der Sennhütten, bis in etwa 1950 m Meereshöhe.

Der Boden der Fettwiesen ist annähernd neutral bis leicht sauer. Die an diesem Tage untersuchten Bestände im Talboden zeigten, wie für einen großen Teil des Talbodens charakteristisch ist, einen leicht anmoorigen Grund (23% Glühverlust) und ein pH von 6,3, bei reichlichem Gehalte an adsorptiv ungesättigtem Humus.

Anschließend untersuchten wir auch einen Fichtenwald auf Silikatuntergrund beim Eingang in das Flüelatal, in West- bis Nordwest-Exposition, an wenig geneigtem bis ziemlich steilem Hange. Es handelte sich um typisches, heidelbeerreiches Piceetum excelsae, das allerdings durch Ausholzen und Weidgang stellenweise licht stand und dann alle Übergänge zum Nardetum- oder Agrostideto-Festucetum rubrae commutatae-Weiderasen oder auch in den Gehängesumpf aufwies. Für den geschlossenen Bestand war ein dichter *Hylocomien*-Moosteppich charakteristisch, in dem eingestreut sich charakteristische Arten fanden, wie *Lycopodium annotinum*, *Listera cordata*, *Luzula flavescens*, *Luzula silvatica*, *Pyrola uniflora*, in Herden auch *Linnaea borealis*. Häufig war die nie fehlende *Vaccinium myrtillus* dominant; lokal traten auch *Farne* reichlich auf.

Der Boden im typischen Bestand ist ein Eisenpodsol, der recht sauer ist (pH 4—5) und dessen oberste Schichten sehr humusreich sind (Glühverlust bis 95%). Oft ist der Boden aber ganz flachgründig, indem Blöcke bis an die Oberfläche ragen. In diesem Falle besteht er nur aus einem Streue- und Humuslager (A_0, A_1), die auf dem Fels oder Grobschutt aufruhen. Wieder in anderen Fällen sind die Humusschichten entfernt, so daß der Mineralboden oberflächlich liegt.

Dieser Waldtyp ist die Klimaxgesellschaft für die subalpine Höhenstufe, also für das ganze Talgebiet von Davos.

22. Juli. Eine halbtägige Exkursion führte uns in das Talgebiet nördlich des Davoser Sees. Hier lag früher der Talausgang, der

nach Klosters ins Prätigau hinunterführte. In der frühen Postglazialzeit wurde dieser Ausgang durch einen gewaltigen, von der Totalp herunter kommenden Serpentin-Bergsturz verschüttet. Der Talboden von Davos bildete längere Zeit einen See, der von den Bächen aufgefüllt wurde und der seinen neuen, sich rasch eintiefenden Abfluß nach Süden, in die Albula fand (Landwasser). Erhalten blieb nur der tiefste, direkt an den Bergsturz grenzende, etwas seitab gelegene Teil des ehemaligen Talbodens, der heutige Davoser See. Bei einer vor wenigen Jahren erfolgten vorübergehenden Absenkung dieses Sees zum Zwecke der Wasserkraftgewinnung tauchten schluchtartige Ränder des alten Bachbettes wieder auf.

Auf dem alten Bergsturze breitet sich heute ein Wald der aufrechten Bergföhre *(Pinus montana arborea)* aus, den wir untersuchten. Mehrere Bestandesaufnahmen zeigten immer wieder den gleichen Charakter. In der Baumschicht sind den Föhren mehr oder weniger Fichten beigemischt. In der Strauchschicht herrscht *Juniperus communis*, in der Feldschicht *Erica carnea* zusammen mit *Vaccinien* (vor allem *Vaccinium vitis idaea*) und *Calamagrostis villosa*, die meist steril bleibt. Eine größere Zahl von Kräutern, meist azidiphiler Art, sind im Bestande zerstreut. So herrscht als Ganzes eine azidiphile Vegetation, in der aber das massenhafte Auftreten von *Erica carnea* und das gelegentliche Vorkommen von neutrophilen Arten auffällt.

Der ganze Bestand ist edaphisch bedingt: der Boden ist sehr flachgründig, feinerdearm und unfruchtbar, neigt zu starker Versauerung und zur Ausbildung einer oberflächlichen Rohhumusschicht. Oft ist diese entfernt, und dann erscheint die mineralische Erde an der Oberfläche, die gewöhnlich schon in 5 bis 20 cm Tiefe sich zwischen die Serpentinsteine versteckt. Einige Bodenproben ergaben folgendes Ergebnis:

Glühverlust %	A_1:	87, 80
	A_2:	27, 28, 29, 25, 16
pH	A_1:	4,85, 5,46
	A_2:	4,86, 5,55, 5,26, 5,94, 5,73

Der Gehalt an adsorptiv ungesättigtem Humus war in allen Proben sehr groß.

Der frische Serpentinschutt trägt stets Kalkflora (s. S. 26).

Nach oben, an den ostgeneigten Hängen gegen die Totalp, steigt der Bergföhrenwald auf Serpentinboden hoch hinauf, wobei nach oben hin die aufrechten Bergföhren mehr und mehr durch die niederliegenden ersetzt werden. Die obersten Krummholzgruppen liegen bei etwa 2240 m.

Nördlich von Laret, aber nach der geologischen Karte immer noch auf dem Serpentinbergsturzgebiete und wohl dessen Randzone bildend, liegt eine mit Fichtenwald überzogene, gewellte Landschaft, in deren flachen Mulden sich hygrophile Bestände erhalten haben. Im offenen Wasser finden sich kleine *Carex inflata*-Bestände, an welche seitlich *Carex fusca*-Bestände und an diese wiederum Rasen mit herrschender *Molinia* anschließen. Die mittleren Teile der Mulde tragen ein kleines Hochmoor, das aber stark verheidet ist. Bis vor kurzem war es augenscheinlich, wie die meisten unserer Hochmoore, im ruhenden Zustande und wurde von *Calluna*- und *Vaccinium uliginosum*-Zwerggesträuch beherrscht, zwischen dem magere Bergföhren aufwuchsen, und in den randlicheren, nasseren Teilen fanden sich neben Resten des *Sphagnum*-Moores ausgedehntere *Trichophorum caespitosum*-Rasen in allen Übergängen zu den *Molinia*- und *Carex fusca*-Beständen des Flachmoores. In der Zeit des Weltkrieges wurde das Moor im großen ausgebeutet; die verrostete Dampfmaschine und viele andere Zeichen dieser Betätigung liegen jetzt noch herum. Zerstört wurde nicht nur das ausgebeutete Moorstück, sondern durch Entfernung der Oberflächenschicht zum Ausbreiten des gewonnenen Torfes der größte Teil der trockeneren Moorfläche. Von einer Regeneration ist bis jetzt nur wenig zu bemerken: auf der zerstörten Mooroberfläche breiten sich vor allem Teppiche von *Polytrichum strictum* aus. Immerhin ließen sich von verschiedenen Moorassoziationen noch brauchbare Bestandesaufnahmen gewinnen.

Daneben interessierte der innere Aufbau des Moores. Der Hauptteil des Moorkörpers besteht aus Sphagnum-Eriophorum-Torf, der an der Oberfläche in fünf Proben ein pH von 4,89 bis 6,02 (Mittel 5,28) aufwies und reich war an anorganischen Beimengungen, die als Staub durch den Wind hergebracht worden sind. Oben ist der Torf wenig zersetzt, unten stärker und ohne anorganische Beimischungen. In dem von uns ausgebohrten Moorprofil war der Sphagnumtorf etwa 220 cm mächtig, darunter folgte ein hypnumreicher Radizellentorf, dem Holzreste eingelagert waren und an den

mit einer dünnen gyttjaähnlichen Schicht in 325 cm Tiefe blauer Serpentinlehm anschloß. Mitten im Sphagnumtorf, in 130—160 cm Tiefe, fand sich eine ausgeprägte Schicht von Stubben und Stämmen der Fichte und Föhre, die durch den ganzen aufgeschlossenen Moorteil zu verfolgen war.

Die Bohrung wurde pollenanalytisch ausgewertet; doch konnten naturgemäß während des Kurses nur Stichproben gemacht werden und die maßgebende Durcharbeitung wurde später im Geobotanischen Institut Rübel vorgenommen. Diese bestätigte die von Paul Keller bereits früher gefundenen Ergebnisse [1]). Deshalb sei auf diese Arbeit verwiesen und nur beigefügt, daß die von Keller nicht erwähnte, im Sphagnumtorf gelegene Stamm- und Stubbenschicht, welche einer vorübergehenden Austrocknung des Moores entsprechen muß, in den Zeitpunkt der Kulmination der Abieskurve fällt.

23. Juli. Eine ausgiebige Halbtagstour brachte uns in das romantische Landwassertal, von Monstein über Wiesen nach Filisur. In tiefer Schlucht ist das Landwasser in die Triaskalke und Dolomite eingeschnitten, und wir finden denn auch auf dem Fels, dem Schutt und auf den Felsbändern typische, subalpine Kalkvegetation (zirka 1100 bis 1300 m). Die Vegetation des trockenen Kalkfelsens ist dem Potentilletum caulescentis zuzurechnen mit *Sesleria coerulea*, *Festuca alpina*, *Kernera saxatilis*, *Draba tomentosa*, *Potentilla caulescens*, *Gentiana Clusii*, *Euphrasia salisburgensis*, *Valeriana tripteris*, *Aster alpinus*, *Hieracium bupleuroides*, *Hieracium villosum*, *Hieracium humile* ssp. *lacerum* in unserer Aufnahme. Auf den Bändern geht dieser Bestand in ein Seslerietum über, das an charakteristischen Arten aufwies *Sesleria coerulea*, *Helianthemum nummularium* ssp. *grandiflorum*, *Carduus defloratus*, *Hieracium villosum*, also eigentlich recht ärmlich entwickelt war. Den feuchteren oder stark beschatteten Fels besiedelt eine moosreiche Gesellschaft, die zum Caricetum brachystachidis zu stellen ist. In unseren Aufnahmen war sie charakterisiert durch *Asplenium viride*, *Carex brachystachis*, *Tofieldia calyculata*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga caesia*, *Saxifraga mutata*, *Pinguicula alpina*, *Campanula pusilla*, *Bellidiastrum Michelii*.

Auf den Kalkschuttböden breiten sich Bestände mit dominierendem *Petasites paradoxus* oder mit *Calamagrostis varia* aus.

---

[1]) Paul Keller: Postglaziale Waldperioden in den Zentralalpen Graubündens. Beih.Botan.Centralblatt **46** (1930, II S. 430).

Die Böden dieser Pioniervegetation sind alkalisch. Bei zunehmender Stabilisierung häufen sich Feinerde und namentlich Humus an, und die oberflächlichen Schichten werden entkalkt. Die Reaktion wird neutral oder leicht sauer. Dies ist zum Beispiel der gewöhnliche Zustand in den Seslerietum-Rasen. Die weitere Entwicklung geht über Gebüschformationen zum Fichtenwald als Klimax.

Ein besonders wichtiges Glied dieser Reihe sind im Gebiete der Landwasserschlucht Erica-Bestände mit Föhrenoberwuchs. Sie sind auf den trockenen Hängen unterhalb der Station Wiesen prächtig und in ausgedehnten Flächen entwickelt und charakterisieren, wie im Churer Becken, das verhältnismäßig sonnig-trockene Klima (mittlere jährliche Niederschlagsmenge rund 80 cm). Die steilen bis wenig geneigten Hänge tragen offenen Wald von *Pinus montana arborea*. *Pinus silvestris* ist bald wenig bald reichlich untermischt. Im Unterwuchs dominiert *Erica carnea* mit viel *Carex humilis* (stellenweise auch *Carex alba*) und *Calamagrostis varia* sowie zahlreichen xerothermen Arten, unter denen namentlich der an einigen Stellen massenhaft vorkommende mediterrane *Astragalus monspessulanus* zu nennen ist. Der Boden ist ursprünglich alkalisch und kalkreich. Aber unter der dichten Vegetationsdecke von Erica entsteht auch an ziemlich steilen Hängen reichlich Humus, der ein dickes Polster bilden kann und in mehreren Proben bis über 90% Glühverlust aufwies. Meist ist er adsorptiv weitgehend abgesättigt und besitzt neutrale oder leicht saure Reaktion. Doch kann auch stärkere Versauerung eintreten, namentlich in flacheren Lagen (beobachtet bis pH 4,9). An solchen Stellen ändert sich die Zusammensetzung der Vegetation: *Luzula nivea* breitet sich aus und mit ihr zusammen *Melampyrum silvaticum*, *Melampyrum pratense*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Homogyne alpina*, ferner Polster von *Hylocomium splendens* und *Hylocomium Schreberi*. Deshalb finden wir oft eine bunte Mischung von azidiphilen, neutrophilen und basiphilen Arten auf kleinem Raume, die sich nur durch Überlegungen über den Werdegang von Boden und Vegetation erklären läßt. Auslaugung und Humushäufung bereiten auf diese Weise dem Einzuge des Piceetums den Weg.

Mit wunderbarer Klarheit überraschte der Abend einen Teil unserer Gesellschaft auf der aussichtsreichen Terrasse von Wiesen. Auf dem Abstiege gegen Filisur wurden noch die reichen Xerobrometen

kurz untersucht und dann bis zur einbrechenden Nacht das interessante Dörfchen durchwandert, das bereits Engadiner Häuser mit schönen Sgraffittizeichnungen auf den Hauswänden besitzt.

24. Juli. Während wir bis jetzt die subalpine Vegetation untersucht hatten, wendeten wir uns nun im wesentlichen der alpinen Höhenstufe zu. Am strahlend schönen Tag des 24. wurde das Schiahorn (2713 m) besucht. Auf der Schatzalp (1900 m) untersuchten wir die gedüngten Mähwiesen, die floristisch weitgehend mit denen der Talsohle übereinstimmten. In 2000 m Meereshöhe gelangten wir auf den Hauptdolomit, der das ganze Schiahorn aufbaut. Die Vegetation ist in ausgesprochenem Maße die des Kalkgebirges. Gegen den Strelapaß hinauf ging es über Großviehweiden, die vorwiegend zum Frischwiesentyp des Agrostideto-Festucetum rubrae commutatae zu stellen sind. An trockeneren Hängen gingen die Bestände in das Seslerieto-Semperviretum über oder breitete sich Zwerggesträuch von *Rhododendron hirsutum* aus mit viel *Daphne striata*. Im eigentlichen Gipfelgebiet, vom Strelapaß an aufwärts, ist die Beeinflussung der Vegetation durch den Weidgang nicht mehr wesentlich; aber die Vegetation gelangt auch nicht mehr über die Anfangsglieder der Vegetationsentwicklung hinweg; dazu sind die Hänge zu steil, die Böden zu wenig stabil. Eine richtige vollständige Bodenreifung, die zum Podsol führen müßte, kann nicht zustande kommen. Die Böden, soweit sie über das Stadium der Rohböden hinausgelangen, sind Humuskarbonatböden und in die Rendzinareihe zu stellen. Als wichtigere Vegetationstypen haben wir hier zu nennen: auf Fels das Androsacetum helveticae, auf Geröll das Thlaspeetum rotundifolii in einer etwas besonderen Fazies, indem *Thlaspi rotundifolium* gänzlich zu fehlen scheint, stellenweise, so am Westhang des Schiahornes, dagegen *Viola calcarata* massenhaft in den Bestand eintritt. Die Überwachsung des Gerölles und der Abwitterungshalden geschieht besonders durch *Carex firma*-Rasen und durch *Dryas octopetala*-Teppiche und führt über in die Treppenrasen des Seslerieto-Semperviretums, das sich auch am Fels als Folgegesellschaft einstellt und besonders in der Sonnenlage gut entwickelt ist. Als charakteristisch für diesen Typ notierten wir in einem gut entwickelten Bestande in 2300 m Höhe folgende Artenverbindung: *Sesleria coerulea*, *Carex sempervirens*, *Anthyllis vulneraria*, *Polygala chamaebuxus*, *Helianthemum nummularium* ssp. *grandiflorum*, *Erica*

carnea, *Gentiana Clusii*, *Thymus supyllum*, *Globularia nudicaulis*, *Phyteuma orbiculare*, *Aster alpinum*, *Leontopodium alpinum*, *Carduus defloratus*, *Hieracium villosiceps*. Dem Seslerieto-Semperviretum verwandt, aber bereits stark gegen das Elynetum hinneigend, sind die Bestände mit dominierendem *Carex rupestris*, die besonders am Grat verbreitet sind. Alle Böden, die wir von diesen Beständen mitnahmen, reagierten alkalisch. Aber in den oberflächlichen Schichten waren bereits beträchtliche Mengen von kolloidal abgesättigtem Humus eingelagert, die in den untersuchten Beständen für das Caricetum firmae auf etwa 30%, das Caricetum rupestris auf 40% und für das Seslerieto-Semperviretum auf etwa 50% einzusetzen sind. Dem geht parallel eine Abnahme des Karbonatgehaltes von ca. 70% des frischen Felsens bis auf wenige Prozent.

Auch das weitverbreitete, floristisch reich ausgebildete Seslerieto-Semperviretum ist keineswegs Klimax, sondern eine edaphisch bedingte Dauergesellschaft. Die Klimaxgesellschaften fanden wir erst in den folgenden Tagen.

Der Abstieg durch das Dorftäli führte uns in der Höhenlage von etwa 2100 bis 1950 m durch Reste des Rhodoreto-Vaccinietum, das, als Alpenrosen-Vaccinien-Zwerggesträuch, in diesem Höhengürtel den Klimax bildet.

25. Juli. Dieser Tag war ebenfalls den Alpen unmittelbar westlich von Davos gewidmet, aber einem ganz anders gearteten Gebiet, in dem Serpentin und Gneis-Granite vorherrschen. Die Parsennbahn brachte uns in wenigen Minuten nach Weißfluhjoch, das in 2670 m Meereshöhe bereits über der lokalen Rasengrenze, mitten in einer Serpentin-Schuttwüste gelegen ist. In kurzem und leichtem Aufstiege bestiegen wir zuerst die benachbarte Weißfluh (2836 m), einen Dolomitgipfel von überraschend weiter Rundsicht. Hier fanden wir nochmals die Vegetation des Schiahornes, aber infolge der größeren Höhenlage bereits in starker Verarmung, mit einer Auswahl der Arten, die den ungünstigen Lebensbedingungen des Kalkhochgebirges am besten zu trotzen wissen, wie *Silene excapa*, *Minuartia sedoides*, *Moehringia ciliata*, *Cerastium latifolium*, *Ranunculus alpestris*, *Hutchinsia alpina* var. *intermedia* und ssp. *brevicaulis*, *Draba tomentosa*, *Saxifraga oppositifolia* und *androsacea*. Bis gegen 2800 m gehen kleine, aber sehr artenarme Bestände von *Carex firma*, *Salix serpyllifolia*, *Sesleria coerulea*, *Elyna myosuroides*.

Die anschließende Exkursion führte uns vom Weißfluhjoch um das Davoser Schwarzhorn auf die Parsennfurka und über die Totalp in das Meierhofertäli über ausgedehnte Serpentinmassen, die an den Rändern (besonders bei der Parsennfurka) mit Triastonen und -kalken verknetet sind. Die Vegetation dieses Gebietes ist sehr eigenartig. Die Flora ist artenarm und im offenen Schutt und auf dem Fels aus kalkliebenden oder indifferenten Arten zusammengesetzt. So finden sich von basiphilen Arten massenhaft *Cerastium latifolium*, *Moehringia ciliata*, *Hutchinsia alpina*, *Rumex nivalis*, *Festuca pumila*, von indifferenten Arten z. B. *Minuartia sedoides*, *Silene acaulis*, *Viola calcarata*, *Biscutella levigata*. Auf Serpentingeröllhalden an der Parsennfurka fanden wir die gleiche Vegetation wie auf den Geröllhalden des homogenen Kalkes, dominant *Trisetum distichophyllum* und *Cerastium latifolium*, reichlich *Festuca pumila* und neben anderen Arten auch *Crepis terglouiensis* und *Leontodon montanus*. Ebenso stellen sich auf ruhendem, feuchtem Serpentingeröll Kalkschneetälchen ein, zum Beispiel am Westhang des Schwarzhornes (2400 m) auf Serpentinschutt mit etwas rotem, kalkarmem Triasschiefer das Arabidetum coeruleae mit *Rumex nivalis*, *Ranunculus alpestris*, *Arabis coerulea*, *Saxifraga androsacea*, *Saxifraga stellaris*.

Dieser mineralische Rohboden besaß in den beiden letztgenannten Beispielen ein pH von 7,1 bis 7,7, was darauf hindeutet, daß der Serpentin Kalzitadern enthielt. Andere Messungen in diesen Serpentineinöden ergaben ein pH von 5,1 bis 6,0, bleiben somit innerhalb der Werte, die wir im Mineralboden der Serpentine von Wolfgang festgestellt haben. Die Böden versauern aber leicht in stärkerem Maße, und dann breiten sich die azidiphilen Arten aus. So fanden sich in dem erwähnten Kalkschneetälchen am Schwarzhorn eingestreut und in einzelnen Teilen häufig *Luzula spadicea*, *Salix herbacea*, *Arenaria biflora*, *Primula integrifolia*, *Gnaphalium supinum*. In all den Gebieten der Totalp, wo die Bewachsung stärker wird, finden sich azidiphile und basiphile Arten in buntem Durcheinander. Als Beispiel sei ein Rasenfleck angeführt, der sich zusammensetzte aus *Luzula lutea*, *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *Gnaphalium carpathicum*, das sind vier azidiphile Arten, und aus den folgenden fünf basiphilen Arten: *Sesleria coerulea*, *Carex firma*, *Ranunculus alpestris*, *Hutchinsia alpina*, *Dryas octopetala*. Die Vegetationsentwicklung führt über diese Zwischenglieder rasch zum Cur-

vuletum (Caricetum curvulae), dem Vegetationsklimax. Bestände dieser Art breiten sich auf der Totalp an zahlreichen Stellen auf den kleinen, der Auswaschung stark ausgesetzten Rücken aus. Tiefer unten tritt das Loiseleurietum an seine Stelle.

Der Serpentinschutt weist also gegenüber dem klimatisch bedingten Vorgang der Auslaugung und Versauerung eine außerordentlich viel kleinere Widerstandskraft auf als der Dolomit oder der homogene Kalk. Wir treffen auf diesen drei Gesteinsarten eine recht ähnliche Pioniervegetation. Während aber beim Kalk und Dolomit die basiphile Vegetation auch in den Übergangsgesellschaften auf unabsehbare Zeit hinaus bestehen bleibt, wird sie auf den Serpentinen verhältnismäßig rasch und unmittelbar von der azidiphilen Klimaxvegetation abgelöst. Wir haben Ähnliches auch bereits für das Pinetum montanae von Wolfgang gefunden. Der Serpentin, der ein basisches Eruptivgestein ist, gibt bei der Verwitterung allerdings in reichlichem Maße basische Ionen frei. Aber diese werden leicht ausgewaschen, woran die ungünstige physikalische Struktur der Verwitterungsprodukte, der Mangel an einem adsorptionsfähigen Feinerdekörper die Hauptschuld trägt.

Die Serpentinmassen der Totalp beherbergen in ihren tieferen Teilen, gegen Wolfgang und Laret hin, auch eine spezifische Serpentinpflanze, *Asplenium serpentini*.

Ein auffallender und plötzlicher Wechsel in der Vegetation tritt innerhalb der Silikatgesteine ein, wenn wir beim Durchqueren des Meierhofertäli die Serpentine verlassen und auf die Gneisgranite des Salezerhorngebietes stoßen. Die Kalkpflanzen verschwinden, und wir begegnen einer reinen und reichen Silikatgesteinvegetation: auf Fels das Primuletum hirsuti, auf Schutt das Androsacetum alpinae und das Oxyrietum digynae, als Rasen das Caricetum sempervirentis, auf Schneeböden das Salicetum herbaceae und das Luzuletum spadiceae. Auf den runden Rücken bleibt der Klimax, das Curvuletum, bestehen und wird in den tieferen Lagen ersetzt durch Loiseleurietum, Empetreto-Vaccinietum, Nardetum und schließlich durch das Rhodoreto-Vaccinietum.

Besonderes Interesse beansprucht an dem steilen Südosthang, der vom Salezerhorn gegen Davos-Dorf hinunterzieht, das Caricetum sempervirentis (Semperviretum). Dieser Bestand ist ein Über-

gangsglied der Vegetationsentwicklung, das sich zwischen die Pioniergesellschaften und den Klimax einschiebt. Sein Boden ist, vor allem infolge der Steilheit der Hänge, noch nicht gereift und besteht aus einer degradierten Braunerde, die hier ziemlich reich ist an Humus (23 bis 29% Glühverlust), viel adsorptiv ungesättigten Humus enthält und ein pH von 4,6 bis 4,7 ergab. In den tieferen Lagen ist der Bestand in großem Umfange durch Reutung der Alpenrosenbestände und des Fichtenwaldes entstanden und wird durch die Mahd erhalten, die in der Regel alle zwei Jahre erfolgt und quantitativ nur einen geringen Ertrag abgibt.

Die Sempervireten dieser großen Mähder (Salezer Mähder. Davoser Dorfberg) sind artenreich. Sie zählen zu den artenreichsten Gesellschaften auf Silikatgestein in den Alpen. Eine Semperviretum-Bestandesaufnahme in 2150 m Meereshöhe ergab auf der Fläche von 100 m² 59 Arten von Blütenpflanzen; eine andere Aufnahme in 1850 m ergab auf der Fläche von etwas über 100 m² 71 Arten, darunter auch einzelne sporadisch eingestreute neutrophile und basiphile Arten. Als Rasenbildner nennen wir *Carex sempervirens*, *Avena versicolor*, *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Festuca violacea*, *Nardus stricta*, *Luzula multiflora*, *Luzula lutea*. Auffallend für einen Bestand des Silikatgesteins ist der Reichtum an schönblütigen Stauden, die azidiphil oder indifferent sind, wie *Dianthus superbus* (tiefere Lagen), *Anemone sulfurea*, *Anemone vernalis*, *Trifolium pratense*, *Trifolium alpinum*, *Laserpitium panax* (massenhaft!), *Gentiana Kochiana*, *Gentiana purpurea*, *Gentiana punctata*, *Pedicularis tuberosa*, *Phyteuma betonicifolium*, *Campanula barbata*, *Arnica montana*, *Centaurea uniflora*, *Hypochoeris uniflora*, *Crepis conyzifolia*. Dieser Reichtum steht in keiner Weise hinter den schönblütigen Alpenwiesen auf Kalkboden zurück. Durch die starke Nutzung wird die Vermagerung gefördert. Im Rhodoreto-Vaccinietum- und im Piceetum-Gürtel kann der Bestand aber infolge der Mahd nicht in die Klimaxgesellschaft übergehen, sondern reichert sich an Nardus an; er wird, aus gleichen Gründen wie ein großer Teil der Großviehweiden, zum Nardetum. Natürliche Beziehungen führen beim Frischerwerden des Bodens vom Semperviretum zu den Hochstaudenfluren des Chaerophylletum Villarsii und zu den Strauchbeständen des Alnetum viridis, die beide an den Hängen des Dorfberges in schönen Ausschnitten erhalten geblieben sind.

26. Juli. An diesem Tage wurde keine Exkursion ausgeführt.

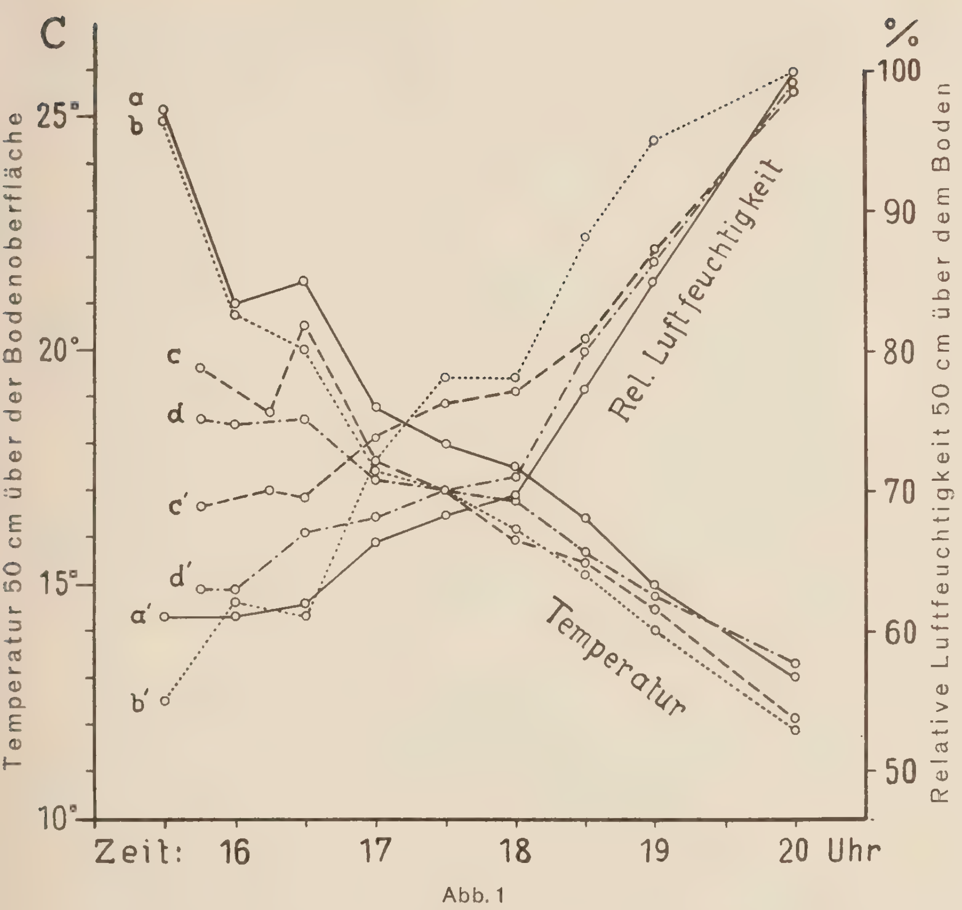


Abb. 1

Davos im Garten der Villa Johanna, 26. Juli 1936. Temperatur (a – d) und relative Luftfeuchtigkeit (a' – d') 50 cm über dem Boden. a = offener Boden auf der Südseite, b = dicht bewachsenes Erdbeerbeet, c = Rasenplatz im Halbschatten von Bäumen, d = Rasenplatz auf der Ostseite des Hauses.

Während des Vormittages besuchten die Kursteilnehmer das Physikalisch-Meteorologische Observatorium, wo Dr. W. Mörikofer sie in die Kenntnis und den Gebrauch von meteorologischen Meßapparaturen einführte, besonders in solche, die der Lichtmessung und der Feuchtigkeitsmessung dienen. Diese Vorträge und Vorweisungen

gingen parallel zur übrigen Kursarbeit vor sich, indem die Teilnehmer an verschiedenen Tagen in der Zeit, da keine Exkursion stattfand, das Observatorium gruppenweise besuchten.

Während des Nachmittags wurden Versuche mit mikroklimatischen Messungen gemacht und im Garten der Pension vier Stationen errichtet, in denen die Boden- und Lufttemperaturen, die Luftfeuchtigkeit, die Verdunstungsgröße der Luft (mit Livingstone- und Piche-Atmometer) und die Lichtstärke zur Beobachtung gelangten. Die Beobachtungen wurden halbstündlich ausgeführt und ermöglichten ein leichtes Ausruhen nach den körperlichen Anstrengungen der vergangenen Tage. Die Beobachtungen ergaben, wie zu erwarten war, ganz bedeutende lokalklimatische Unterschiede zwischen den einzelnen Stationen, von denen die eine im vollen Lichte der Sonnseite stund, die zweite in einem dichtgeschlossenen, hochwüchsigen Erdbeerbeet, die dritte im Halbschatten einer Baumgruppe und die vierte auf der Schattenseite des Hauses. Wir geben in einem Kurvendiagramm (Abb. 1) den Gang der Luftfeuchtigkeit und der Lufttemperatur, gemessen 50 cm über dem Boden, und in einem anderen (Abb. 2) den Gang der Temperatur auf der Bodenoberfläche und in 10 cm Bodentiefe.

Im Laufe des Nachmittags besuchte unsere Gesellschaft unter der Führung von Dr. W. Schmaßmann und Dr. O. Suchland, Apotheker in Davos, die von diesen Herren mit Hilfe der Landschaft Davos errichtete und unterhaltene hydrobiologische Station am Davoser See. Die bei dieser Gelegenheit ausgeführten Fänge wurden nachher von Dr. Schmaßmann im Kurslaboratorium demonstriert.

27. Juli. In Ausweitung der am Vortage und bereits am 25. Juli im Gebiete des Davoser Dorfberges eingeleiteten mikroklimatischen Messungen wurde jetzt versucht, ein mikroklimatisches Vertikalprofil von der Fichtenwaldgrenze bis in die oberen Teile der alpinen Stufe aufzunehmen. In der Morgenfrühe errichteten wir vier Beobachtungsstationen am östlich von Davos gelegenen Jakobshorn, die sich von 1960 bis 2560 m verteilten. Die Beobachtungen wurden bis in den Abend hinein mit stündlichen Intervallen fortgesetzt. Parallel dazu untersuchten wir die Vegetation des in bezug auf die Bodenunterlage sehr einheitlichen Gebietes, vor allem die Klimaxgesellschaften (Piceetum excelsae, Rhodoreto-Vaccinietum, Loiseleurietum procumbentis, Nardetum

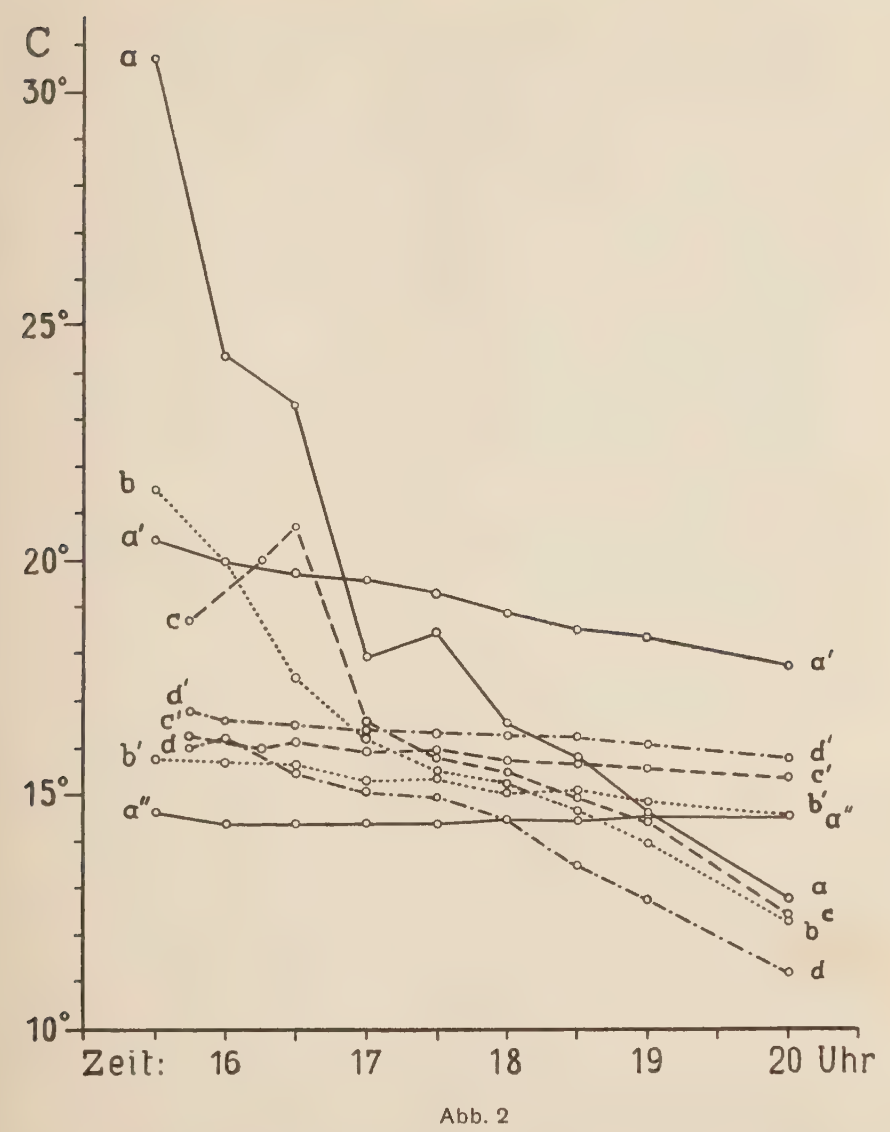


Abb. 2

Davos im Garten der Villa Johanna. Temperaturen am 26. Juli 1936.
a–d = Bodenoberfläche, a'–d' = 10 cm Bodentiefe, a'' = 40 cm Bodentiefe (vgl. Abb. 1).

strictae, Curvuletum). Wir geben über diese Beobachtungen einen gesonderten Bericht (s. Seite 36 dieses Jahresberichtes).

28. Juli. Dieser letzte Exkursionstag brachte uns in die hochalpine Silikatvegetation der zentralen Gebiete der Silvrettadecke. Mit dem Postextraauto gelangten wir am frühen Morgen auf den Flüelapaß (2388 m), und von dort stiegen wir durch das Radünertälchen und über die Schwarzhornfurgge auf das Flüela-Schwarzhorn (3150 m). Der Weg führte durch ein reines Silikatgebiet, und zwar ging die Anstiegsroute bis zur Schwarzhornfurgge vorwiegend über Mischgneise und von da an über die Amphibolite, welche die Gipfelpyramide aufbauen.

Der Boden des Radünertälchens zeigt in 2500 m Meereshöhe eine ausgedehnte und sehr schöne Rundbuckellandschaft, die einst unter der Einwirkung des Gletschers entstanden ist. Die Vegetation ist in sehr übersichtlicher Weise nach der Dauer der Schneebedeckung, zum Teil in Verbindung mit der Wasserdurchtränkung des Bodens, verteilt. Die einen Mulden enthalten noch kleine Wasserlachen, andere sind mit Schutt aufgefüllt. Die verlandende Kraft der Vegetation ist in dieser Höhe verschwindend klein. Da, wo der Schnee am längsten liegen bleibt, ist der Boden völlig von Vegetation entblößt oder trägt Lebermoosrasen (vor allem *Anthelia*). Daran schließen gegen oben hin weitgedehnte Polytrichumrasen an *(Polytrichum sexangulare)*, in den länger schneebedeckten Teilen ohne Blütenpflanzen, dann mit Zunahme der mittleren Dauer der schneefreien Zeit mit vereinzelt und dann reichlicher eingestreuten *Arenaria biflora*, *Chrysanthemum alpinum*, *Soldanella pusilla*, *Gnaphalium supinum*, *Cerastium cerastioides*, vereinzelt auch *Poa alpina*, *Saxifraga stellaris*, *Salix herbacea*, *Carex curvula*. Bei noch längerer Dauer der Vegetationsperiode bildet die phanerogame Vegetation einen dichten Teppich, in dem im allgemeinen *Salix herbacea* vorherrscht, aber auch mehrere Begleitarten zur Dominanz gelangen können und in dem *Polytrichum* einen leicht verdeckten, aber meist ziemlich geschlossenen Moosteppich bildet. In diesen Salix herbacea-Beständen fanden wir außer den genannten Arten noch *Sibbaldia procumbens*, *Cardamine alpina*, *Sedum alpinum*, *Veronica alpina* und einzelne Flechten *(Solorina crocea*, *Cetraria islandica*, *Cladonia deformans)*. Noch weiter nach oben hin mischt sich dem Salicetum herbaceae in steigendem Maße *Carex curvula* bei, und die Rücken zwischen den Mulden

sind vom Curvuletum bedeckt. Von weitem gesehen ergeben sich eigenartige Farbenwirkungen, da die Polytrichumrasen der Schneetälchenvegetation ein dunkles Blaugrün verleiht, die Curvuletum bedeckten Rücken dagegen durch die abgestorbenen Blattspitzen von *Carex curvula* in ein fahles Braungrün gehüllt erscheinen. Diese so oftmals geschilderten Zonationen in der Schneebodenvegetation unserer Hochalpen erwecken auch bei demjenigen, der sie gut kennt, jedesmal wieder ein hohes Interesse.

Etwas anders zeigt sich die Pioniervegetation auf den Alluvionen am Bach, die junger Entstehung sind und immer wieder überflutet werden. Hier fehlt *Polytrichum*. An seiner Stelle finden sich Polster von *Philonotis*- und *Bryum*-Arten, und unter den Ansiedlern der Blütenpflanzen herrschen *Saxifraga stellaris*, *Veronica alpina*, *Epilobium alpinum*, *Cerastium cerastioides*, *Poa alpina* und *Poa laxa*. Wir finden sogar einzelne Krüppel von Gletscherweiden *(Salix helvetica)*.

Die Schattenhänge, soweit sie nicht vom Eise bedeckt sind, zeigen offenen Schutt oder Schneetälchenvegetation, unter der namentlich *Luzula spadicea* mehr hervortritt als in den Mulden des Talbodens.

Ganz anders verhalten sich in dieser Höhe aber die steilen Sonnhänge. Sie tragen ausgedehnte Treppenrasen des Semperviretums in prächtiger Entwicklung. Wir machten eine Bestandesaufnahme in 2670 m Meereshöhe, die auf 100 m² Fläche noch 39 Arten von Blütenpflanzen aufwies. Der Boden war ungereift, eine degradierte Braunerde, deren Azidität um pH 5,0 schwankte. An Stellen mit frischeren Böden (zirkulierendes Bodenwasser) geht das Semperviretum in eine Frischwiese mit dominierender *Festuca violacea* über. Wir fanden den Boden dieses Bestandes etwas weniger sauer (pH 5,2). Auch das Curvuletum geht in diesen Höhen auf ziemlich stark geneigte Sonnhänge über. Wir haben einen solchen Bestand in 2750 m Höhe an einem 25 bis 30 Grad gegen Süden geneigten Hange aufgenommen.

Von etwa 2800 m nimmt die Artenzahl der Blütenpflanzen stark ab, und die Rasen beginnen sich aufzulösen. Der oberste geschlossene Monocotylenrasen, ein Curvuletum, fand sich in 3000 m Meereshöhe, auf einem Felskopf in geschützter Südwestexposition. Es war etwa 2 m² groß, artenarm, aber bereits ganz typisch. Im Gegensatze zu den Curvuleten der tieferen Lagen enthielt es kein Zwerggesträuch mehr. *Loiseleuria*, die sich in den Curvuleten der tieferen Lagen stets

findet, stieg an dem Hange des Schwarzhornes in den Curvuletum-Rasen bis etwa 2700 m. Da ich diese Aufnahme allein gemacht habe, so wollen wir sie im nachfolgenden bringen. Der Rasen enthielt:

5 *Carex curvula*	+ *Pedicularis Kerneri*
3 *Sesleria coerulea*	2 *Phyteuma pedemontanum*
+ *Poa laxa*	2 *Senecio carniolicus*
1 *Silene excapa*	2 *Chrysanthemum alpinum*
1 *Minuartia sedoides*	2 *Cetraria crispata*
+ *Cerastium uniflorum*	2 *Cetraria cucullata*
+ *Saxifraga exarata*	+ *Cetraria nivalis*
+ *Primula hirsuta*	1 *Thamnolia vermicularis*

Als diagnostisch besonders wichtige, gesellschaftstreue Arten für das Curvuletum dürfen in diesem Verzeichnis *Carex curvula*, *Sesleria disticha*, *Phyteuma pedemontana*, in geringerem Maße auch *Senecio carniolicus* bezeichnet werden.

Der Südgrat des Schwarzhorns trägt auch höher, bis auf den Gipfel hinauf, reichlich kleine Rasenflecke, in denen aber Dicotylen vorherrschen. Wir fanden oberhalb 3000 m die nachfolgenden Arten, die meisten häufig (besonders häufig vorkommende sind durch ein Kreuzchen ausgezeichnet):

a) oberhalb 3100 m:

Poa alpina	+ *Saxifraga oppositifolia*
Poa laxa	*Saxifraga bryoides*
Carex curvula	*Saxifraga exarata*
+ *Luzula spicata*	*Saxifraga Seguieri*
Silene excapa	+ *Androsace alpina*
Minuartia sedoides	*Gentiana brachyphylla*
Ranunculus glacialis	+ *Gentiana imbricata*
Draba fladnizensis	*Chrysanthemum alpinum*

b) von 3000 bis 3100 m kamen noch dazu:

Sesleria disticha	*Phyteuma pedemontanum*
Sieversia reptans	*Senecio carniolicus*
Primula hirsuta	*Doronicum Clusii*
Pedicularis Kerneri	

Diese 23 Arten dürften aber kaum die Gesamtheit der Blütenpflanzen dieses Gipfels bilden. Infolge der ungünstigen Witterung dieses Sommers ist damit zu rechnen, daß manche Keime nicht zur Entwicklung gekommen sind, und anderseits hinderte der heftige, kalte Westwind beim Suchen. Als hohe Fundstellen seien außerdem

noch erwähnt *Allosorus crispus* und *Gentiana punctata* bei 2910 m Meereshöhe (leg. F. Widder).

29./30. Juli. Wir waren mit dem Exkursionsprogramm fertig geworden, zum Glück; denn das jetzt auf mehrere Tage hinaus herrschende schlechte Wetter, das sich in Davos in andauerndem Regen äußerte und die höhern Berge in tiefen Neuschnee hüllte, würde jede weitere Exkursion verhindert haben. Physisch und psychisch waren an die Kursteilnehmer beträchtliche Anforderungen gestellt worden, denen sie sich aber mit Ausdauer und freudiger Mitarbeit gewachsen zeigten.

Der Schluß der Kurszeit war der weiteren Verarbeitung der Materialien und den theoretischen Erläuterungen und Zusammenfassungen gewidmet. Bereits einleitend wurde erwähnt, daß die Zeit zu diesen Arbeiten etwas knapp bemessen war, so daß es bei einer weiteren ähnlichen Veranstaltung angezeigt erscheinen wird, entweder das Exkursionsprogramm zu verkleinern oder die Dauer des Kurses zu verlängern. Der zweite Weg dürfte der richtigere sein, da bei weniger Exkursionen der Überblick über die Vegetation als Ganzes doch leiden müßte.

MIKROKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN AN EINEM VEGETATIONSPROFIL IN DEN ALPEN VON DAVOS

Von *Werner Lüdi*, Zürich

Anläßlich des Kurses in Alpenbotanik, den das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich im Juli 1936 in Davos veranstaltete, wurde ein schöner Tag benutzt, um in einem Vegetationsprofil, das sich von der subalpinen bis hoch in die alpine Höhenstufe erstreckte, vergleichend-mikroklimatische Messungen auszuführen. Solche Untersuchungen bieten erhebliche Schwierigkeiten, vor allem weil entweder teure, selbstregistrierende Apparaturen notwendig sind oder aber eine größere Zahl von Mitarbeitern um die einzelnen Stationen zu bedienen. Sie sind denn auch nur sehr vereinzelt ausgeführt worden.

Die Messungen wurden am Westhang des Jakobshorns in 1950 bis 2560 m vorgenommen. Der Hang fällt mit wechselnder Steilheit ziemlich genau gegen Westen ab und ist zum Hauptteile, soweit nicht menschlicher Wille stark verändernd eingegriffen hat, von Klimaxgesellschaften der Vegetation bedeckt. Die Steilheit ist also immerhin so gemäßigt, daß die Böden stabilisiert sind, und die Bodenreifung, welche die Voraussetzung für die Ansiedelung der Klimaxgesellschaften bildet, vor sich gehen konnte. Die Gesteinsunterlage wird durchwegs von saurem Silikatgestein gebildet (Orthogneise der Silvrettadecke). Die Stationen sollten in den übereinanderliegenden Klimaxgürteln angelegt werden, je eine im Piceetum excelsae, Rhodoreto-Vaccinietum, Curvuletum und außerdem eine auf dem Grat des Gebirges (Avenetum versicoloris). Infolge gewisser Umstände fiel die Curvuletum-Station aus und wurde an ihrer Stelle eine Station im Semperviretum eines steilen Westhanges errichtet (s. Taf. 3, Abb. 1).

Zur Messung gelangten die Temperaturen in 10 cm und in 2 cm Bodentiefe (mit Erdbodenthermometer), an der Bodenoberfläche und 50 cm über dem Boden (mit Sixthermometer), die relative Luftfeuchtigkeit 50 cm über dem Boden mit dem Haarhygrometer, die Verdunstungskraft der Luft mit dem Livingston'schen Atmometer 50 cm über dem Boden und mit zwei Piche-Evaporimetern 50 cm über dem Boden und nahe der Bodenoberfläche, die Lichtstrahlung mit dem Graukeilphotometer von Eder-Hecht innerhalb der Feldschicht. In der Gratstation und in der Semperviretum-Station wurde auch die Windgeschwindigkeit gemessen. Die Aufstellungsart der Instrumente ergibt sich aus den Abbildungen (Taf. 3 und 4).

Zur Ausführung der Messungen wurden die Kursteilnehmer in vier Gruppen eingeteilt. Der Aufbruch erfolgte morgens so früh, daß die Aufstellung der Stationen vor 8 Uhr morgens beendigt war und mit den Ablesungen um 7½ (resp. 8) Uhr begonnen werden konnte. Um diese Zeit lagen die am Westhang gelegenen Stationen noch im Schatten, und auf dem Grate war die Sonne von Wolken verdeckt. Die Ablesung der Instrumente erfolgte stündlich und für alle Stationen zur gleichen Zeit. Ein oder zwei Glieder jeder Gruppe besorgten abwechselnd die Stationen, während die übrigen Kursteilnehmer vereinigt das Profil von unten nach oben abgingen und die Vegetation des Gebietes und insbesondere die Klimaxgesellschaften untersuchten.

Wir wollen nun in erster Linie die Vegetation der Umgebung der verschiedenen Beobachtungsstationen schildern und dann auf die Ergebnisse der mikroklimatischen Messungen eintreten.

Die Vegetation in der Umgebung der Beobachtungsstationen.

1. Die Fichtenwaldstation. Sie wurde in der Nähe der heutigen Fichtenwaldgrenze in einer der über die Weide zerstreuten größeren Fichtengruppe errichtet. Meereshöhe 1950 m, Exposition 30° gegen WSW. Boden flachgründig: Gneisgranit-Schutt mit dünner Feinerdeschicht und Rohhumusauflage. Das Bodenprofil[1]) ergab:

[1]) Die Bodenproben wurden durch Frl. G. Luzzatto entnommen.

Horizont	Bodentiefe cm	Beschaffenheit des frischen Bodens	pH	Glühverlust %	Färbung des Glührückstandes	Kolloidaler Humus
A	0–5	sandiger Rohhumus	4,76	53	gräulich	5
B	5–20	braun-rostfarben, etwas sandig	5,35	15	ziegelrot	4–5
B	20–22	hellbraun	5,43	7	rotbraun	4
(C)	22–30	graubraun-sandig	5,83	3	hellrot	3–4
C	> 30	große Felsbrocken				

Die Abschätzung des adsorptiv ungesättigten Humus erfolgte nach Schütteln des Bodens mit verdünntem Ammoniak entsprechend dem Farbton des Filtrates im Reagenzglas mit sechsteiliger Skala: 0 = wasserklar, 1 = leichte Bräunung, 2 = stärkere Bräunung, 3 = kräftig dunkelbraun, 4 = Farbe im Licht eben noch durchscheinend, 5 = Filtrat auch im Licht nicht durchscheinend.

Der Boden dieses Wäldchens ist dem Eisenpodsol zuzurechnen, ist aber an der Entnahmestelle der Proben nicht ganz typisch ausgebildet, wohl infolge der Flachgründigkeit. Namentlich ist auch der Horizont (C) noch wesentlich von der Oberfläche her beeinflußt, was aus der beträchtlichen Menge von adsorptiv ungesättigtem Humus, den er enthält, hervorgeht.

Floristisch zeigte der kleine Bestand folgende Zusammensetzung[2]:

(ca. 20 m²; die randlichen Teile wurden weggelassen. Deckung der Baumschicht 70%, Feldschicht 10%, Moosschicht 0—50%)

5 *Picea excelsa*

\+ *Anthoxanthum odoratum*
\+ *Deschampsia flexuosa*
\+ *Poa alpina*
\+ *Festuca rubra* ssp. *commutata*
\+ *Luzula silvatica*
\+ *Luzula nemorosa*
\+ *Ranunculus montanus*
\+ *Silene rupestris*
\+ *Viola biflora*
1 *Pyrola uniflora*
–4 *Vaccinium vitis idaea*
3 *Vaccinium myrtillus*
\+ *Veronica officinalis*
\+ *Melampyrum silvaticum*
\+ *Phyteuma (betonicifolium?)*
1 *Homogyne alpina*
1 *Hieracium silvaticum*

4 *Dicranum montanum*
\+ *Dicranum* sp.
1 *Ctenidium molluscum*
\+ *Rhytidiadelphus triquetrum*
\+ *Mnium undulatum*
\+ *Polytrichum juniperinum*
1 *Cetraria islandica*
1 *Cladonia pyxidata*
\+ *Cladonia sp.*
\+ *Peltigera sp.*
\+ *Boletus edulis*

[2]) Die Zahlen geben die kombinierte Abundanz und Deckung nach Braun-Blanquet; doch wurde die des Deckungsanteils etwas anders gefaßt: 2 = $^1/_{20}$–$^1/_8$, 3 = $^1/_8$–$^1/_4$, 4 = $^1/_4$–$^1/_2$, 5 = > $^1/_2$.

Der Bestand bildet ein Fragment des heidelbeerreichen Piceetum excelsae, das im Piceetum des Gebietes weithin verbreitet ist, sobald eine gewisse Auflockerung des Bestandes eintritt. Die Waldstücke der anstoßenden Umgebung sind zum Teil moosreich, mit üppigen Polstern von *Hylocomium proliferum* und *Hylocomium Schreberi.* Sie enthalten auch reichlich *Luzula flavescens* und *Listera cordata.* Dieses Piceetum ist der natürliche Wald in der Umgebung der Beobachtungsstation, wurde aber durch Rodung und Weidgang zum großen Teil zerstört und der bleibende Rest weitgehend fragmentarisiert. Die entstandene Weide zeigt weit vorwiegend den Rasen des Nardetum strictae in charakteristischer Zusammensetzung; kleinere Teile sind von Rhodoreto-Vaccinietum bedeckt oder tragen Frischwiesen in allen Übergängen zum Gehängesumpf.

Die Station stand im geschlossenen Bestande, der nur einzelne Sonnblicke durchließ. Die Instrumente wurden nur von der Baumschicht beeinflußt; die Feldschicht fehlte an den Stellen, wo die Instrumente standen, sozusagen völlig (vgl. Taf. 3, Abb. 2).

2. Die Rhodoreto-Vaccinietum-Station. Sie lag am gleichen Hang wie die vorige in 2100 m Höhe. Die Fichten gehen bis etwa 2000 m; doch wird der Wald von etwa 1900 m an gegen oben hin mehr und mehr von Lärchen durchsetzt, die über dem Fichtenwald einen deutlichen Lärchengürtel bilden, dem mehr oder weniger Arven beigemischt sind. Diese Bestände gehen bis in rund 2050 m Höhe, Strünke alter, zum Teil mächtiger Stämme bis gegen 2100 m, Kümmerexemplare noch etwas höher. Der Unterwuchs in dem Lärchen-Arvenwald wird vorwiegend von dem Alpenrosen-Vaccinien-Zwerggesträuch gebildet, das in dicht geschlossenem Bestande über die heutige Waldgrenze hinaus bis auf etwa 2150 m Höhe geht, in aufgelösten Beständen noch etwas höher. Das Zwerggesträuch bildet keinen ganz geschlossenen Gürtel, sondern ist von Weiderasen durchsetzt (Nardetum und Agrostideto-Festucetum rubrae), besonders auf etwas flacherem Grunde. Ursprünglich dürfte aber dieser nach Neigung und Bodenunterlage gleichartige Hang gleichmäßig vom Zwerggesträuch mit Arven-Lärchen-Oberwuchs bedeckt gewesen sein, und die Rasen verdanken wahrscheinlich ihre Entstehung wie im Piceetum der Rodung durch den Menschen und der Beweidung durch das Nutzvieh.

Die Station wurde im typischen, dicht geschlossenen Bestande errichtet, der mit 25° Neigung gegen Westen abfällt. Der Boden zeigte einen tiefgründigen Eisenpodsol:

Horizont	Bodentiefe cm	Beschaffenheit des frischen Bodens	pH	Glühverlust %	Färbung des Glührückstandes	Kolloidaler Humus
A	0–15	dunkler Rohhumus	4,73	88	grau	5
B	15–30	braunerdig, steinig-erdig	4,80	18	kräftig ziegelrot	5
B	30–50	rotbraun, steinig-erdig	5,11	6	kräftig ziegelrot	4
(C)	50–70	graubraun, steinig-erdig	5,45	5	ziegelrot	3–4

Bis in 70 cm Tiefe war der Übergang in den C-Horizont erreicht, aber noch nicht der typische C-Horizont, wie der Glühverlust und namentlich der große Gehalt an adsorptiv ungesättigten Humusstoffen zeigt.

Im nachstehenden geben wir die floristische Zusammensetzung auf der Fläche von etwa 100 m².

Die Deckung der Zwergsträucher betrug ca. 75% (Weglein des Weideviehes zwischen den Zwergsträuchern); doch wurde nur die Flora der dicht geschlossenen Teile berücksichtigt; die Zwischenstücke trugen meist Nardetum-Rasen.

2 *Juniperus nana*
2 *Empetrum nigrum*
4 *Rhododendron ferrugineum*
3 *Vaccinium myrtillus*
2 *Vaccinium uliginosum*
1 *Vaccinium vitis idaea*
2 *Calluna vulgaris*
+ *Lonicera coerulea*

2 *Calamagrostis villosa*
2 *Deschampsia flexuosa*
+ *Avena versicolor*
1 *Luzula silvatica*
+ *Luzula multiflora*
+ *Coeloglossum viride*
+ *Ranunculus montanus*
+ *Potentilla aurea*
1 *Potentilla erecta*
+ *Sieversia montana*
+ *Viola biflora*
+ *Ligusticum mutellina*

+ *Gentiana purpurea*
1 *Melampyrum silvaticum*
+ *Melampyrum pratense*
1 *Solidago virga aurea*
+ *Bellidiastrum Michelii*
1 *Homogyne alpina*
+ *Arnica montana*
+ *Leontodon pyrenaicus*

2 *Hylocomium Schreberi*
1 *Rhytidiadelphus triquetrum*
1 *Dicranum montanum*
+ *Polytrichum (commune)*
+ *Lophozia lycopodioides*
+ *Peltigera aphthosa*
1 *Cetraria islandica*
2 *Cladonia rangiferina*
1 *Cladiona silvatica*
1 *Cladonia gracilis*
1 *Cladonia pyxidata*
+ *Icmadophila ericetorum*
Thamnolia vermicularis



Abb. 1. Phot. G. Sandberg

Jakobshorn vom Schiahorn gesehen. Im Vordergrund Davos. Die vier Beobachtungsstationen sind durch weiße Kreischen bezeichnet.



Abb. 2. Piceetum-Station. Phot. W. Lüdi



Abb. 1. Rhodoreto-Vaccinietum-Station. Phot. F. Widder



Abb. 2. Phot. W. Lüdi
Avenetum-Station (Grat des Jakobshornes).

Die Instrumente waren so aufgestellt, daß die bodennahen Werte im Grunde des Zwerggesträuches entnommen wurden, die 50-cm-Werte etwas über der Oberfläche des Zwerggesträuches. Das Photometer lag leicht eingesenkt auf dem Zwerggesträuch, so daß es im wesentlichen nur Oberlicht erhielt (vgl. Taf. 4, Abb. 1).

3. Die Semperviretum-Station. Die oberen Gratteile zeigen im allgemeinen eine steile Aufwölbung. An einer solchen, in 2500 m Höhe, rund 60 m unter dem Grat, lag die Semperviretum-Station auf einer Rasenzunge, die mit der Neigung von etwa 30° gegen Westen zwischen Geröll und kleinen Felswänden eingezwängt ist. Der Boden war wenig mächtig. Schon die obersten 10 cm waren stark von Steinen durchsetzt, und tiefer unten lag die spärliche Feinerde ganz zwischen Felsbrocken und groben Steinen versteckt. Oberste Bodenschicht humos (22% Glühverlust), pH 5,35, Gehalt an kolloidalem Humus groß (–5). Eine richtige Stratifikation ist nicht vorhanden; der Horizont A geht langsam in den Horizont C über. Der Boden ist noch nicht gereift, sondern ist als eine podsolig degradierte Braunerde aufzufassen.

Nachstehend folgt die floristische Zusammensetzung des Rasens:

(Deckung der Bodenfläche 60%)

1 *Anthoxanthum odoratum*
1 *Agrostis rupestris*
2–3 *Avena versicolor*
1 *Poa alpina*
3 *Festuca violacea*
3 *Carex sempervirens*
2 *Juncus trifidus*
1 *Luzula lutea*
1 *Salix serpyllifolia*
1 *Polygonum viviparum*
1 *Silene acaulis*
\+ *Minuartia sedoides*
1–2 *Anemone vernalis*
1–2 *Ranunculus montanus*
1 *Sedum alpestre*
\+ *Saxifraga moschata*
1 *Sieversia montana*
1 *Lotus corniculatus*
\+ *Ligusticum simplex*
\+ *Daphne striata* (greg.)
\+ *Vaccinium vitis idaea*
\+ *Vaccinium myrtillus*
2 *Vaccinium uliginosum*
1 *Primula integrifolia*
1 *Androsace obtusifolia*
\+ *Gentiana nivalis*
1–2 *Gentiana Kochiana*
1 *Myosotis pyrenaica*
1 *Veronica bellidioides*
1 *Phyteuma hemisphaericum*
1 *Campanula barbata*
1 *Campanula Scheuchzeri*
\+ *Antennaria dioeca*
1 *Antennaria carpathica*
\+ *Chrysanthemum alpinum*
\+ *Homogyne alpina*
\+ *Doronicum Clusii*
1 *Senecio carniolicus*
1–2 *Leontodon pyrenaicus*

Der Bestand ist typisch ausgebildet.

4. Die Avenetum versicoloris-Station (Gratstation). Sie wurde errichtet auf dem gerundeten Grat des Jakobshornes, in 2560 m Höhe, im ziemlich üppigen Rasen von dominierender *Poa alpina* mit reichlich beigemischtem *Avena versicolor*, *Anthoxanthum odoratum*, *Potentilla aurea*, *Ligusticum simplex*, *Chrysanthemum alpinum*. Dieser Rasen ist durch lokale Düngung (Schafe) hervorgegangen aus einem Rasen mit herrschender *Avena versicolor*, der seitlich anschließt und in schöner Ausbildung auf den mit etwa 25° gegen Westen fallenden Grat übergreift.

Der Boden des Avenetum zeigte ähnliche Verhältnisse wie im soeben geschilderten Semperviretum, war aber tiefgründiger. Doch war es auch hier schwer, tiefer zu kommen als 20 cm. Drei Proben ergaben folgendes:

Bodentiefe cm	Beschaffenheit des frischen Bodens	pH	Glühverlust %	Färbung des Glührückstandes	Kolloidaler Humus
± 5	braun, wenig Steine	5,39	29	kräftig ziegelrot	5
± 5	schwärzlich-humos, sandig, wenig Steine	4,97	32	braunrot	– 5
15–20	braun, reichlich Steine	5,24	17	ziegelrot	– 5

Die floristische Aufnahme einer Rasenfläche von etwa 100 m² folgt nachstehend

(Deckung des Rasens beinahe 100%)

+ *Botrychium lunaria*
1 *Anthoxanthum odoratum*
1–2 *Agrostis rupestris*
1 *Deschampsia flexuosa*
3–4 *Avena versicolor*
+ *Sesleria disticha*
2 *Poa alpina*
1 *Festuca Halleri*
1 *Festuca violacea*
+ *Festuca rubra* ssp. *commutata*
+ *Nardus stricta*
1 *Carex curvula*
1 *Elyna myosuroides*
+ *Carex nigra*
1–2 *Juncus trifidus*
+ *Juncus Jaquini*
1 *Luzula lutea*

+ *Luzula multiflora*
1 *Polygonum viviparum*
+ *Salix herbacea*
+ *Silene acaulis*
+ *Minuartia sedoides*
+ *Minuartia verna*
+ *Ranunculus montanus*
1 *Sempervivum montanum*
+ *Saxifraga bryoides*
1 *Sieversia montana*

2 *Potentilla aurea*
+ *Sibbaldia procumbens*
+ *Lotus corniculatus*
1 *Ligusticum simplex*
1 *Primula integrifolia*
+ *Soldanella pusilla*

1	*Androsace obtusifolia*	+	*Antennaria carpathica*
+	*Gentiana nivalis*	1–2	*Chrysanthemum alpinum*
1	*Gentiana campestris*	1	*Achillea moschata*
+	*Gentiana brachyphylla*	1	*Homogyne alpina*
1–2	*Veronica bellidioides*	1	*Doronicum Clusii*
1	*Euphrasia minima*	2	*Leontodon pyrenaicus*
+	*Pedicularis tuberosa*	+	*Taraxacum* cf. *alpinum*
1	*Myosotis pyrenaica*	+	*Hieracium alpinum*
+	*Galium pumilum*		
1	*Phyteuma hemisphaericum*	1	*Cetraria islandica*
1	*Campanula Scheuchzeri*	+	*Thamnolia vermicularis*
1	*Erigeron uniflorus*		

Dieses Avenetum versicoloris lehnt sich floristisch einerseits an das Semperviretum und an das Festucetum Halleri an, ist aber bedeutend weniger geschlossen, sondern hat auch gewisse Beziehungen zum Curvuletum und sogar zum Salicetum herbaceae, was wohl vor allem durch längere Schneebedeckung und geringere Austrocknung des Bodens bewirkt wird. Jedenfalls ist es vom Standpunkt der Vegetationsentwicklung als Übergangsgesellschaft zu werten, und wir wollen nachstehend noch eine Bestandesaufnahme des Caricetum curvulae, der Klimaxgesellschaft im Gebiete unserer Höhenstationen bringen, die in etwas tieferer Lage (2320 m Meereshöhe) in flacher Westexposition aufgenommen wurde. Sie stammt noch nicht aus dem eigentlichen Curvuletum-Klimaxgebiet, sondern aus dem Übergangsgebiet von der Loiseleurietumstufe in die Curvuletumstufe.

Der Boden des Curvuletum war nur etwa 10 cm mächtig, bestand aus dunkelbraunem Rohhumus mit vielen Wurzeln und Rhizomstücken und lagerte über unregelmäßigen Gneisplatten. Seine Azidität war 4,54, der Glühverlust 72 %, die Färbung des Glührückstandes grau, der Gehalt an kolloidalem Humus sehr hoch. Diese stark podsolierte Bodenkrume ist wohl weniger durch Verwitterung der oberen Bodenschichten als durch Aufhäufung von Humus und windgewehtem Staub entstanden.

Größe der Aufnahmefläche 10 m². Bodenbedeckung annähernd 100 %.

2	*Sesleria disticha*	+	*Ligusticum simplex*
+	*Deschampsia flexuosa*	5	*Loiseleuria procumbens*
1	*Avena versicolor*	1	*Vaccinium vitis idaea*
3–4	*Carex curvula*	+	*Vaccinium myrtillus*
+	*Luzula lutea*	+	*Vaccinium uliginosum*
+	*Potentilla aurea*	1–2	*Phyteuma hemisphaericum*

+ *Senecio carniolicus*
+ *Homogyne alpina*
1 *Leontodon pyrenaicus*
1 *Hieracium alpinum*
+ *Dicranum* sp.
+ *Polytrichum* sp.
+ *Ptilidium pulchellum*
3 *Alectoria ochroleuca*
3 *Cetraria cucullata*
1 *Cetraria islandica*
3 *Cetraria crispata*
1 *Cetraria nivalis*
2 *Cladonia silvatica*
1 *Cladonia rangiferina*
+ *Thamnolia vermicularis*

Für die Höhe des Grates, da wo unsere Station eingerichtet war, ist in der Zusammensetzung von äquivalenten Beständen neben anderen, kleineren Veränderungen ein starkes Zurückweichen von *Loiseleuria* und ein ebensolches Vorrücken von *Carex curvula* im Bestande zu erwarten, wodurch dieser in das typische Curvuletum übergeht.

Die mikroklimatischen Messungen.

1. Der allgemeine Verlauf der Witterung. Der Tag stand in der Höhe unter der Herrschaft der westlichen Windströmungen. Der Himmel war am frühen Morgen bedeckt; um 6 Uhr fiel ein kräftiger Regenschauer. Dann hellte es bei leichtem Winde langsam auf. Während des Vormittags herrschte wechselnde Bewölkung; meist war etwa die Hälfte des Himmels bedeckt. Gegen Mittag verstärkte sich die Bewölkung, und von 12 bis 15 Uhr war zeitweise völlige Bedeckung. Im Laufe des Nachmittags nahm die Windstärke zu, die Bewölkung wieder ab, und im späteren Nachmittag war der Himmel ganz hell und wehte in der Höhe ein starker Wind.

Herr Dr. W. Mörikofer hatte die Freundlichkeit, mir die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen der Station Davos, die in ca. 1600 m Meereshöhe liegt, für diesen Tag zur Verfügung zu stellen. Sie zeigen, entsprechend der Zunahme der Bewölkung, eine auffallende Abnahme der Werte der Sonnenscheindauer und der Strahlungssumme um Mittag, namentlich von 13 bis 14 Uhr, die sich sogar in der Temperatur und in der Luftfeuchtigkeit auswirkt. Wir geben nachstehend die Werte für die Sonnenscheindauer in Davos während der mittleren Teile dieses Tages wieder. Die Werte der Lufttemperatur finden sich auf Abbildung 1.

	Stunden							
	9–10	10–11	11–12	12–13	13–14	14–15	15–16	16–17
Sonnenscheindauer in Minuten. . .	22	54	30	16	7	35	52	60

Die Zunahme der Strahlung bei dem entwölkten Himmel des späteren Nachmittags kommt in den Temperaturwerten von Davos wenig zur Geltung, viel weniger als in unseren Beobachtungsstationen am Jakobshorn. Dies wird dadurch erklärt, daß die Davoser Station am Südosthang liegt, unsere Stationen am Westhang. Die Sonne ging in Davos bereits vor 18 Uhr unter, am Jakobshorn erst etwa zwei Stunden später.

Eine vollständige Übereinstimmung der Bewölkungsmaxima ist zwischen den einzelnen Stationen nicht zu erwarten, und namentlich auch nicht zwischen unseren Höhenstationen und der Talstation Davos, da die Bewölkung durch große, herumhängende oder langsam von Westen gegen Osten ziehende Haufenwolken erzeugt wurde. Bei der Bewegung der Wolken wurden infolgedessen die Stationen in der Reihenfolge von Westen nach Osten beschattet. Das Bewölkungsmaximum des frühen Nachmittags trat in der Talstation beinahe eine Stunde früher ein, als in der Gratstation auf dem Jakobshorn.

2. Windgeschwindigkeit. Diese wurde während einiger Stunden des Nachmittags in der Gratstation und der Semperviretum-Station gemessen und kann mit den Werten von Davos verglichen werden. Bis um Mittag machte sich die Windbewegung auf der Höhe nur wenig fühlbar, während in Davos bereits von 10 bis 11 Uhr eine mittlere Windgeschwindigkeit von 3,4 m pro Sekunde gemessen wurde. Die Windgeschwindigkeit hielt sich in Davos mit kleinen Schwankungen bis um 19 Uhr über 3 m pro Sekunde und erreicht im Mittel von 10 bis 19 Uhr einen Wert von 3,9 m pro Sekunde. Gegen Abend trat ein Abfall ein; aber erst nach 20 Uhr sank die Windgeschwindigkeit auf 1,4 m pro Sekunde im stündlichen Mittel und erreichte damit die Werte des früheren Vormittags. Dieser Gang der Windgeschwindigkeit entspricht dem normalen Windgang von Davos an einem Tage mit Talwind.

Auf der Höhe machte sich der Wind zuerst in Form von einzelnen Stößen fühlbar, und erst im Laufe des Nachmittags stellte sich ein kräftiger, andauernder Windzug ein, der aber immer wieder durch

heftige Stöße unterbrochen wurde. Die ersten Ablesungen auf dem Grat ergaben folgende Werte, als Mittel von je 5 Minuten dauernder Beobachtung:

14 Uhr 44 bis 14 Uhr 49 = 2,2 m pro Sekunde
14 „ 52 bis 14 „ 57 = 2,1 „ „ „
14 „ 58 bis 15 „ 03 = 3,3 „ „ „

Von 15 Uhr 15 an wurden stündliche Ablesungen zugleich auf dem Grat und im Semperviretum gemacht, die im Mittel pro Sekunde folgende Werte ergaben:

Zeit	Avenetum	Semperviretum	Davos
15 Uhr 15 bis 16 Uhr 15	3,4 m	2,4 m	(4,6)
16 „ 15 bis 17 „ 15	4,3 „	2,8 „	(4,4)
17 „ 15 bis 18 „ 15	4,0 „	3,7 „	(3,4)
18 „ 15 bis 18 „ 35	4,1 „	3,1 „	(3,2)

Die Windgeschwindigkeiten bleiben also im Semperviretum wesentlich hinter denen auf dem Grate zurück, und die vom Winde verursachte Abkühlung wird auf dem Grate größer sein, als im Semperviretum des sonnigen Hanges, trotzdem dieses ebenfalls der Windwirkung frei ausgesetzt war. Zum Vergleiche wurden die Davoserwerte hinzugesetzt, die sich allerdings auf die vollen Stunden beziehen, aber doch deutlich eine andere Windentwicklung erkennen lassen.

Auf dem Grate wurden im späten Nachmittag Einzelwerte (als Minuten-Mittelwerte) bis 15 m pro Sekunde festgestellt.

3. Die Lichtstärke. Die Graukeilphotometer lagen im Piceetum, Rhodoreto-Vaccinietum und im Avenetum horizontal; im Seslerietum war das Instrument zirka 30° in der Richtung des Hanges geneigt. Die Exposition dauerte von zirka 7 Uhr bis 19 Uhr. Die relativen Lichtstärken nach der Skala des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums in Davos sind die folgenden:

Piceetum excelsae	17	Einheiten
Rhodoreto-Vaccinietum	68	„
Avenetum versicoloris	110	„
Semperviretum	190	„

Die Stationen ergeben den erwarteten Anstieg der Lichtstärke mit der steigenden Höhenlage und mit der abnehmenden Beschattung des Instrumentes, vom Wald (lichter Schatten mit einigen Sonnenflecken) über das Zwerggesträuch (offene Lage mit seitlicher Beschattung) zur

Gratwiese (ganz leichte seitliche Beschattung durch den Rasen). Verglichen mit dem Grate zeigt sich noch eine starke Steigerung des Lichtgenusses am steilen, freistehenden Sonnenhang.

Auf dem Grat wurden über Mittag, von 13 Uhr 30 bis 14 Uhr 30 drei Photometer aufgestellt, das eine in Westlage, das zweite flach auf dem Grat, und das dritte in Ostlage. Die relativen Lichtsummen sind die folgenden:

Grat	11	Einheiten
Osthang	13	,,
Westhang	19	,,

Der Sonnhang weist also die höchsten Werte auf; Grat und Osthang sind nicht wesentlich verschieden. Während dieser stündigen Beobachtungszeit war der Himmel meist bedeckt, so daß im wesentlichen nur diffuses Licht auffiel.

4. Der Temperaturverlauf. a) 50 cm über dem Boden (siehe Abb. 1). Der Verlauf der Kurven ist im ganzen übereinstimmend. Die Temperatur steigt bis um 13 Uhr 30 (resp. um 12 Uhr 30) an; dann erfolgt ein ausgeprägter Abfall bis um 14 Uhr 30. Daraufhin setzt ein neuer Anstieg ein, der mit Ausnahme der Gratstation die höchsten Tageswerte bringt, und zwar um 16 Uhr 30, im Semperviretum sogar um 17 Uhr 30, worauf ein rascher Abfall erfolgt; doch sind die Werte um 18 Uhr 30 und um 19 Uhr immer noch weit höher, als um 7 Uhr 30. Der Abend ist noch warm, während die Morgenwerte dem nächtlichen Minimalwert nahe stehen. Die beiden Höhenstationen (Semperviretum und Grat) erreichen das Minimum sogar erst um 8 Uhr 30. Die mittägliche Einsenkung der Kurve spiegelt die Bedeckung der Sonne über Mittag wieder; die Maximalwerte im späteren Nachmittag sind die Folge der starken Aufwärmung nach der Entwölkung des Himmels, die am Westhang und an den frei der Sonne ausgesetzten Thermometern besonders stark sein mußte.

Die ausgeglichenste Kurve mit den niedrigsten Maximalwerten finden wir im Fichtenwald. Sie kann der Schattentemperatur in diesem Bestande gleichgesetzt werden. Der Vergleich mit der Kurve der Lufttemperatur von Davos ergibt ein Zurückbleiben um etwa 4°. Bei einem Höhenunterschied der Stationen von 250 m ist ein Temperaturunterschied von nicht mehr als 1,5° zu erwarten. Die Temperatur bleibt also in dem kleinen Wäldchen wesentlich hinter der zu

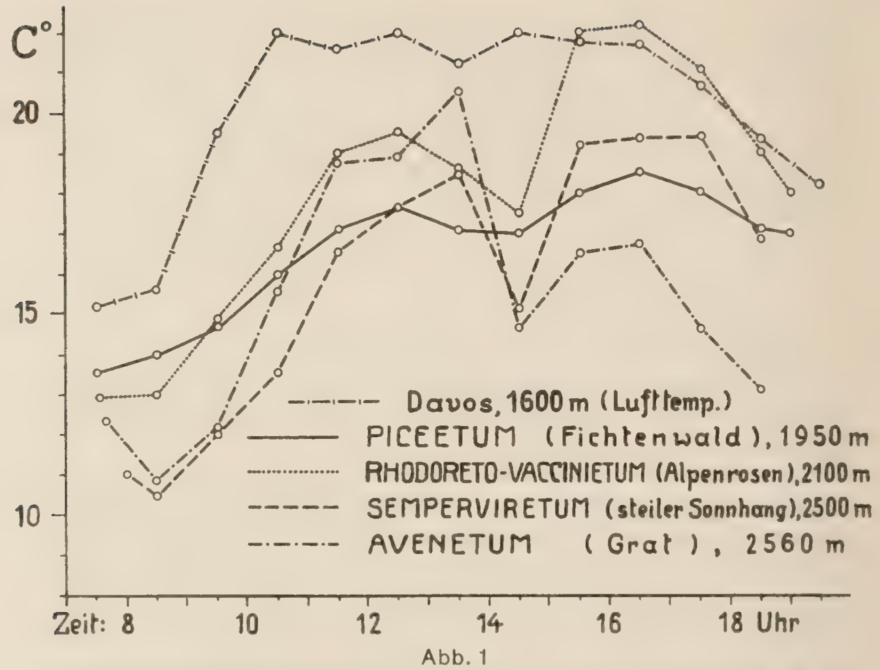


Abb. 1

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Temperaturen 50 cm über der Bodenoberfläche.

erwartenden Lufttemperatur zurück. Wie bei der Temperaturkurve von Davos beginnt auch bei der Fichtenwaldkurve (und der Rhodoretumkurve) der mittägliche Abfall der Temperatur bereits um 13 Uhr 30. Die Davoserkurve steigt aber bereits um 14 Uhr 30, als alle unsere Beobachtungsstationen ein Minimum erreichen, wieder an und fällt in der Zeit des von 14 Uhr 30 an erfolgenden neuen Anstieges der Temperaturen unserer Stationen bereits endgültig ab. In der Verschiebung des mittäglichen Minimums sehen wir den Einfluß der von Westen gegen Osten ziehenden Wolken; das Fehlen der nachmittäglichen Aufwärmung in Davos ist wesentlich durch die Lage der Station an dem ostgeneigten Hang mitbedingt.

Der Temperaturanstieg des Nachmittags zeigt zwischen den verschiedenen Stationen charakteristische Unterschiede. Daß er im Fichtenwald am geringsten ist, liegt in der Beschattung begründet. Am höchsten und zum absolut höchsten Werte führend, ist er im

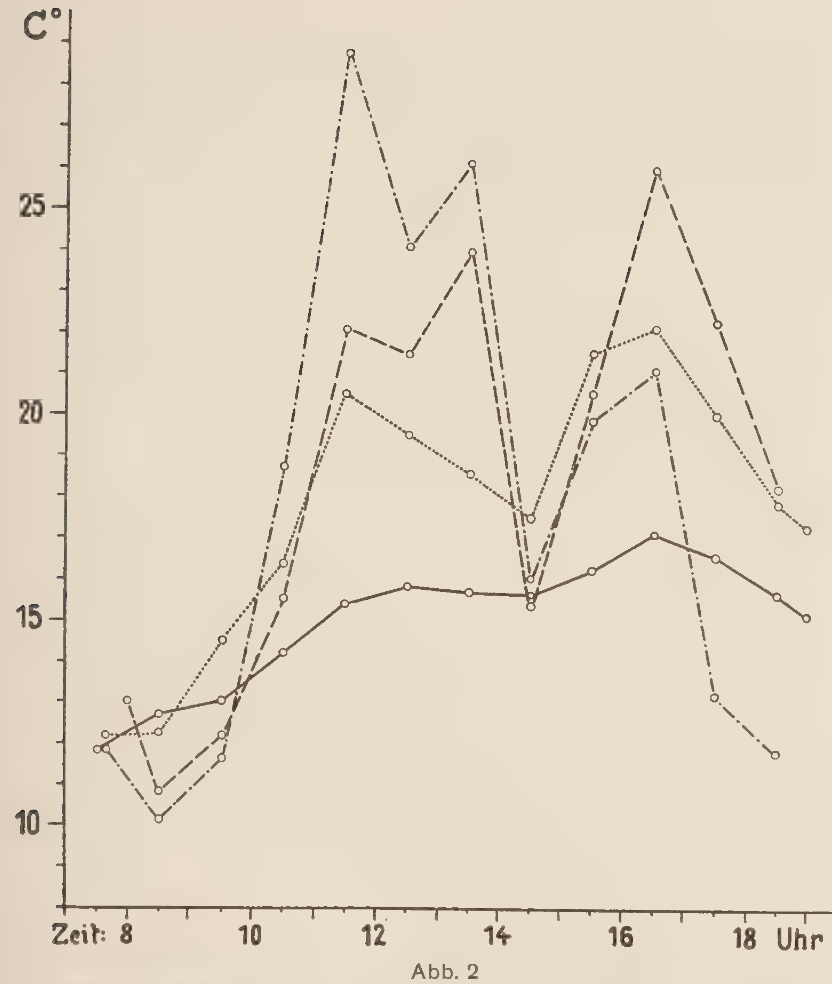


Abb. 2

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Temperaturen an der Bodenoberfläche. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.

Rhodoretum, kleiner trotz der starken Insolation im Semperviretum und am kleinsten auf dem Grat. Diese Stufung ist der abkühlenden Windwirkung zuzuschreiben, die auf dem Grat am stärksten war, schon im Semperviretum geringer wurde (siehe oben) und sich im Rhodoretum nur wenig fühlbar machte. Dazu gesellte sich im Rhodoretum die wesentlich geringere Meereshöhe.

b) Bodenoberfläche (s. Abb. 2). Die Temperaturkurve der Bodenoberfläche zeigt im Prinzip den gleichen Verlauf, wie die der freien Luft. Im Fichtenwalde schließt sie sich vollständig an die Kurve der Lufttemperatur an und bleibt nur um ungefähr einen Grad hinter dieser zurück. Auch die Rhodoretumkurve bleibt in den Extremwerten denen der Lufttemperatur ganz nahe. Die Kurven der beiden Höhenstationen zeigen über Mittag annähernd den gleichen Minimalwert. Dagegen sind die Maximalwerte dieser Stationen weit höher, der der Avenetum-Station vor allem am Vormittag, der der Semperviretum-Station vor allem am Nachmittag. Die Abkühlung durch den Wind macht sich hier, in unmittelbarer Nähe des Bodens, noch deutlich, aber nicht mehr stark geltend. Als Ganzes erscheinen auch diese Kurven alle geköpft und in der Mitte eingefallen durch das Wegfallen des bei hellem Himmel und Windstille um die Mittagszeit zu erwartenden Maximums.

c) 2 cm Bodentiefe (s. Abb. 3). Der Fichtenwald zeigt die ideale Kurve in dieser Bodentiefe: einen langsamen Anstieg am Vormittag zu einem Maximum am späteren Nachmittag und von da einen ganz geringen Abfall bis zum Abend. Die Schwankung hält sich in

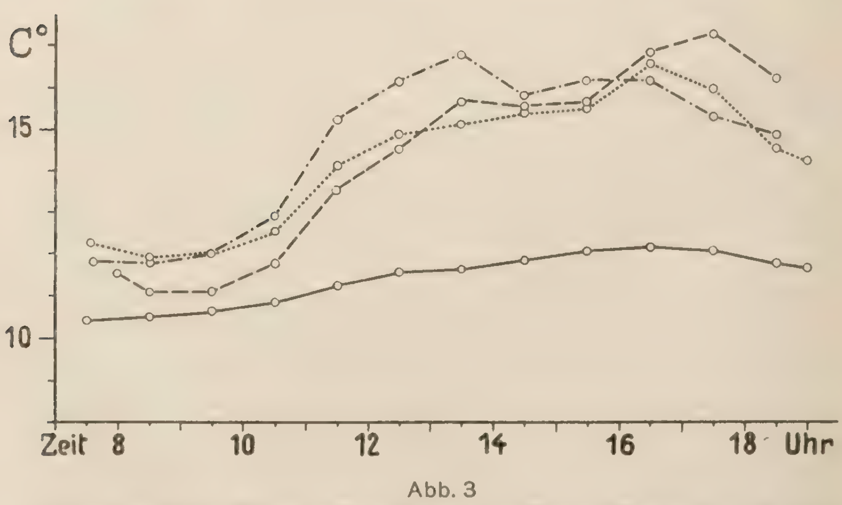


Abb. 3

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Temperaturen in 2 cm Bodentiefe. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.

sehr kleinen Grenzen und erreicht im Extrem nicht einmal 2°. In den besonnten Stationen erreicht die Schwankung der 2 cm-Bodentemperaturen größere Werte, hält sich aber in dem bescheidenen Ausmaße von 5 bis 6°. Der Anstieg erfolgt spät; erst die Ablesung von 10 Uhr 30 zeigt ein leichtes Ansteigen der Temperaturen. Die mittägliche Schwankung ist nur noch schwach ausgeprägt und äußert sich im Rhodoretum durch eine Verlangsamung der Aufwärmung, im Semperviretum durch eine kaum merkliche Einknickung, und nur im Avenetum, wo die Aufwärmung im Laufe des Vormittags am stärksten gewesen war, erreicht die Einknickung über Mittag den Betrag von 1°. Im Semperviretum, das in den Nachmittagswerten auch hier die Spitze hält, ist das Maximum gegenüber den nachmittäglichen Werten der freien Luft und der Bodenoberfläche um eine Stunde verspätet und tritt erst um 17 Uhr 30 ein.

d) 10 cm Bodentiefe (s. Abb. 4). In noch viel höherem Maße erweisen sich die Kurven aus dieser Bodentiefe gegen die Schwankungen der Sonnenstrahlung während des Tages unempfindlich. Die Fichtenwaldkurve ist wiederum am idealsten ausgebildet. Sie nähert sich bereits der geraden Linie. Morgens sinkt sie von 7 Uhr 30 bis 8 Uhr 30 um ¼° und steigt dann gleichmäßig bis abends 19 Uhr um ¾° an. In dieser Bodentiefe finden wir also auch im Fichtenwald das nächtliche Temperaturminimum auf den Vormittag vorgerückt.

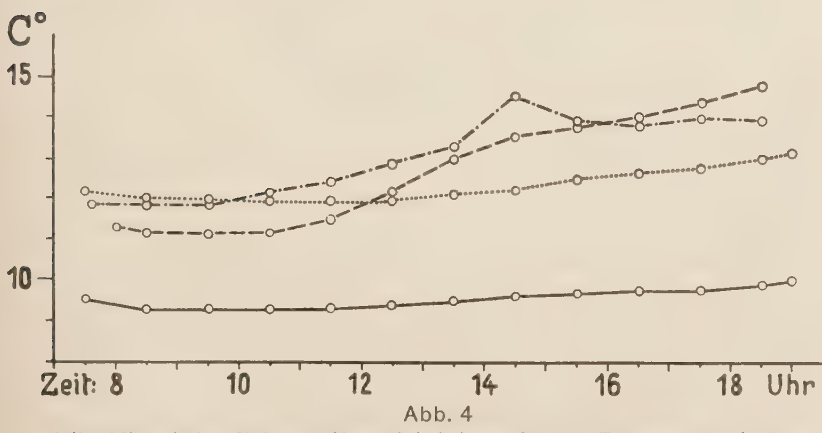


Abb. 4

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Temperaturen in 10 cm Bodentiefe. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.

Beinahe ebenso ausgeglichen erscheint die Rhodoretum-Kurve. Sie verläuft der Piceetum-Kurve parallel. Die Temperaturschwankung über Mittag wird nicht mehr sichtbar; doch ist die Einwirkung kurzer Schönwetterperioden stärker als im Piceetum. Das zeigt sich darin, daß die Rhodoretum-Kurve trotz der größeren Höhenlage um 2½° höher angesetzt ist als die Piceetum-Kurve (sonnig-warmer Vortag), und ferner in der um ½° höheren Aufwärmung im Boden des Rhodoreto-Vaccinietums während des Beobachtungstages.

Etwas stärker ist die Beeinflussung der 10-cm-Bodentemperatur durch die Besonnung und die Strahlungsschwankungen innerhalb des Tages in den beiden andern Stationen. Am stärksten ist die Aufwärmung im Semperviretum. Sie geht vom tiefsten Anfangswerte aus und steigt von 10 Uhr 30 bis 18 Uhr 30 um 3½°. Die Verdeckung der Sonne zur Mittagszeit ist durch eine schwache Verlangsamung der Aufwärmung angedeutet, die aber erst verspätet eintritt (16 Uhr 30). Während des Vormittags war in 10 cm Bodentiefe die Aufwärmung im Avenetum des Grates am stärksten. Nach dem Mittag fällt diese Kurve um ¾° ein und verläuft dann den ganzen Nachmittag durch horizontal. Wie können also in der 10-cm-Bodentemperaturkurve des Grates sowohl die mittägliche Verdeckung der Sonne als auch den nachmittäglichen Wind in ihren Wirkungen feststellen, allerdings nur in kleinen Temperaturschwankungen.

Wald ⟶ Zwerggesträuch ⟶ Rasen bilden mit Bezug auf die Stabilität der Bodentemperaturen eine absteigende Reihe.

Unsere Temperaturmessungen bestätigen auch die altbekannte Gesetzmäßigkeit, daß die Temperaturschwankungen im Boden viel geringer sind und langsamer erfolgen als in der freien Luft oder an der Bodenoberfläche, ja der erwärmenden Strahlung oder der Abkühlung des Luftraumes nachhinken. Die Verlangsamung der Reaktionen im Boden ist im wesentlichen durch Speicherung der Wärme und langsamen Wärmeausgleich innerhalb des Bodens bedingt. Bei Messung der Bodentemperaturen, die in regelmäßigen Abständen erfolgen, messen wir also jeweilen den ziemlich stabilen Ausdruck für die gesamte Wärmeaufnahme oder Wärmeabgabe zwischen zwei Meßperioden, während wir bei Messungen in der freien Luft in viel höherem Maße Augenblickswerte feststellen, vor allem bei starkem und wechselndem Einflusse der direkten Sonnenstrahlung oder des Windes.

5. Die Luftfeuchtigkeit. Die Aufstellung der Instrumente war etwas fehlerhaft, indem die Instrumente frei der Sonne ausgesetzt waren. Immerhin blieb der Haarstrang beschattet, und der Vergleich der Kurven der drei Höhenstationen mit der des Fichtenwaldes zeigt, daß der Fehler nicht groß sein kann. Die relative Luftfeuchtigkeit (s. Abb. 5) fällt in allen Stationen vom Morgen an, wo sie bei 70 bis 80 % lag, bis abends etwa um 17 Uhr, wo sie mit rund 45 % den Minimalwert erreicht, um dann wieder anzusteigen. Die Abwärtsbewegung wird über Mittag (11 Uhr 30 bis 14 Uhr 30) verlangsamt und bei den drei oberen Stationen geht sie sogar in eine aufsteigende Bewegung über mit einem Maximum um 14 Uhr 30, als Folge der Bedeckung des Himmels. Unerwarteterweise wird die höchste Luftfeuchtigkeit

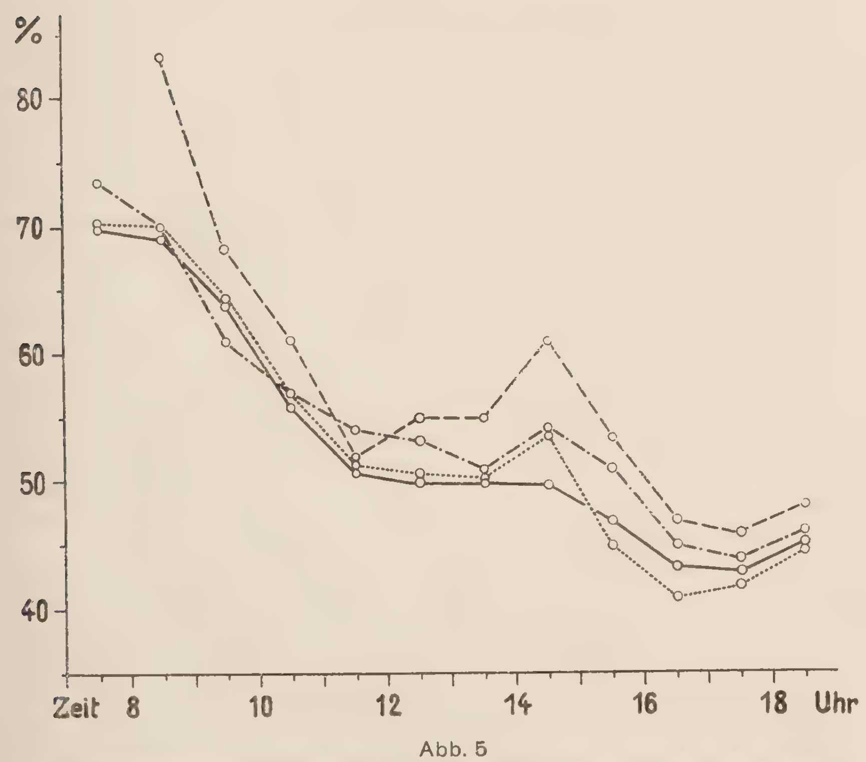


Abb. 5

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Gang der relativen Luftfeuchtigkeit. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.

im stark besonnten Semperviretum registriert, besonders am frühen Vormittag und während der starken Bewölkung über Mittag. Ein Fehler der Instrumente ist nicht sehr wahrscheinlich, da diese nach dem Kurse neu geeicht worden sind und die Verdunstungskurve ähnliche Verhältnisse ausweist. Im übrigen weisen die Luftfeuchtigkeitskurven der verschiedenen Beobachtungsstationen nur geringe Abweichungen auf, die nahe der Fehlergrenze der wenig genauen Instrumente liegen.

6. Die Messung der Wasserverdunstung. Die Livingstoneschen Atmometerzylinder zur Messung der Verdunstung der freien Wasseroberflläche waren auf einer zu diesem Zwecke eigens hergestellten, leicht transportablen Bürettenmontierung 50 cm über der Bodenoberfläche aufgestellt. Die erhaltenen Verdunstungswerte wurden mittels des Korrektionskoeffizienten auf die Werte des Standardzylinders umgerechnet.

Gegenüber den Lufttemperaturen weisen die Verdunstungskurven (s. Abb. 6) bedeutend geringere Schwankungen auf, da die einzelnen Werte stets die Summation der ganzen Beobachtungsperiode zum Ausdrucke bringen und bei einstündigen Intervallen von kurzfristigen Änderungen der Sonnenstrahlung oder des Windes wenig beeinflußt erscheinen.

Die Verdunstungsmengen steigen von 9 Uhr 30 bis 11 Uhr 30 ziemlich stark an, bleiben bis 15 Uhr 30 mit geringen Schwankungen annähernd auf gleicher Höhe, um dann zu dem spät-nachmittäglichen Höchstwerte anzusteigen. Die stündlichen Verdunstungswerte belaufen sich für die weißen Zylinder auf 0,5 bis ca. 3 cm³ Wasser. Die niedrigsten Werte und die geringsten Schwankungen finden wir im Fichtenwalde. Sein stündlicher Höchstwert steigt nicht über 1,79 cm³. Die höchsten Werte erreicht das Rhodoretum, eine Erscheinung, die parallel der höchsten Temperatur in 50 cm Höhe über dem Boden und umgekehrt proportional der Luftfeuchtigkeit geht. Bis um 18 Uhr 30 ist der Abfall in den Verdunstungswerten gering; an den beiden Stationen, in denen noch um 19 Uhr eine Messung gemacht wurde, zeigte er sich in dieser letzten halben Stunde wesentlich verschärft.

Im Avenetum wurde neben dem weißen noch ein Schwarzkugel-Atmometer aufgestellt. Da dieses die Sonnenstrahlung aufnimmt, sich dabei erwärmt und die Verdunstung vergrößert, so sind seine Verdunstungswerte und deren Schwankungen bedeutend größer als die der weißen Verdunstungskörper. Sein Höchstwert (16 Uhr 30 bis 17 Uhr 30) erreicht den hohen Betrag von 4,5 cm³ pro Stunde.

Im Laufe des Mittags zeigen die Verdunstungskurven zwei Einsenkungen, die auf Bewölkungszunahme zurückzuführen sind. Das erste Minimum (11 Uhr 30 bis 12 Uhr 30) ist in den Temperaturkurven wenig deutlich ausgebildet und findet nur in den Werten der Bodenoberfläche der Hochstationen eine gute Parallele. Wir dürfen den Schluß ziehen, daß kurz vor der Temperaturablesung von 12 Uhr 30 die Besonnung wieder zunahm, so daß die in der freien Luft hängenden Thermometer darauf reagieren konnten, während die sich etwas langsamer, aber nachhaltiger erwärmende Bodenoberfläche noch nicht nachkam. Das zweite Minimum fällt mit der starken allgemeinen Einknickung der Temperaturkurven von 14 Uhr 30 zusammen.

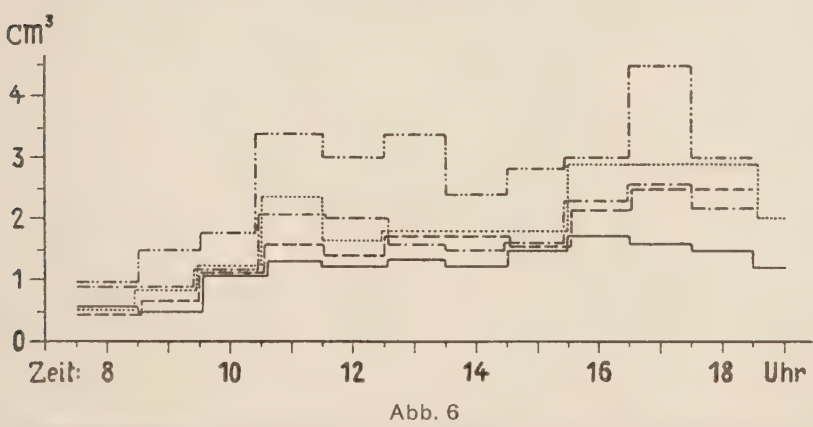


Abb. 6
Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Verdunstung der Livingston'schen Atmometer. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.
—··—··— = Atmometer mit schwarzer Kugel im Avenetum.

Bemerkenswert ist das Maximum der Verdunstung im späten Nachmittag und die langsame Abnahme gegen Abend (17 Uhr 30 bis 18 Uhr 30), trotz bedeutender Abnahme der Temperatur und merk-

licher Zunahme der Luftfeuchtigkeit. Die Ursache für dieses Verhalten liegt darin, daß die gleiche heftige Windbewegung, welche die Temperaturen herabsetzte, die Verdunstung förderte, so daß sich im Spätnachmittag die Strahlung und der verstärkte Wind kombinierten, um den Maximalwert hervorzubringen und gegen Abend der Wind den Wärmeausfall teilweise ausglich.

Piche-Evaporimeter. Die Verdunstungsmengen der Piche-Evaporimeter waren nur gering; sie hielten sich im allgemeinen zwischen 0,2 und 0,6 cm^3 pro Stunde, und nur ganz vereinzelt wurden die Werte von 1 cm^3 erreicht oder etwas überschritten. Verhältnismäßig ruhig verlaufen die Kurven aus dem Fichtenwald und von der Gratstation; die beiden andern Kurven weisen starke und sich zum Teil völlig widersprechende Schwankungen auf, die eine richtige Diskussion verunmöglichen. Vielleicht liegen Störungen durch den Wind vor, vielleicht teilweise fehlerhafte Bedienung der Instrumente.

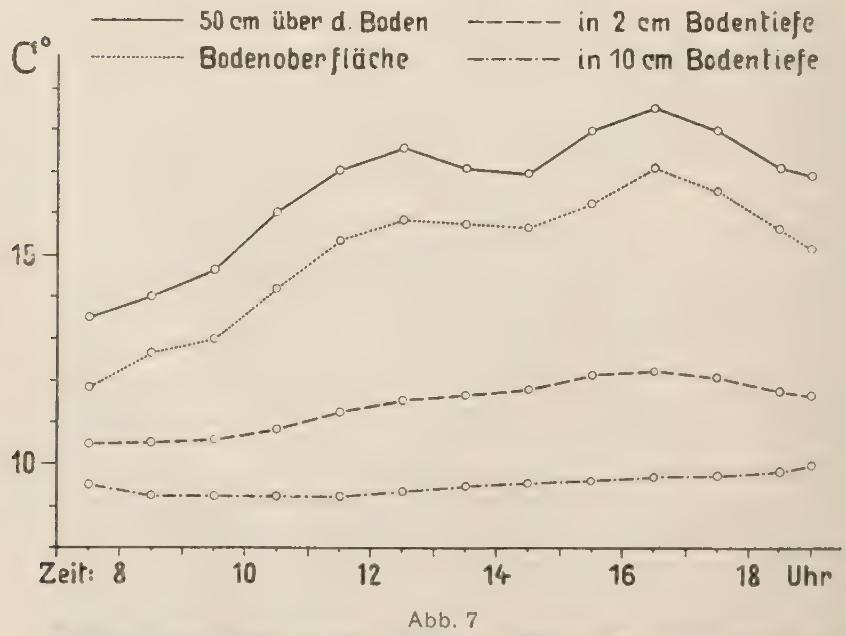


Abb. 7

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Zusammenstellung der Temperaturwerte im Piceetum

Zusammenfassender Überblick über die Stationen.

Jede der vier Beobachtungsstationen ist an diesem Tage mikroklimatisch charakterisiert.

Das Piceetum (s. auch Abb. 7) ist ausgezeichnet durch die geringe Lichtstärke, durch die niedrigen Werte und den ausgeglichenen Tagesgang der Kurven von Temperatur und Verdunstung. Dieses Binnenklima ist vor allem durch die Beschattung und den Mangel an Luftbewegung bedingt. Die Temperaturen 50 cm über dem Boden stehen rund $1\frac{1}{2}^{\circ}$ über denen der Bodenoberfläche. Sie sind, verglichen mit den Lufttemperaturen von Davos, $2\frac{1}{2}^{\circ}$ höher als die Höhenlage erwarten läßt. Auffallend sind die niederen Werte der Bodentemperaturen.

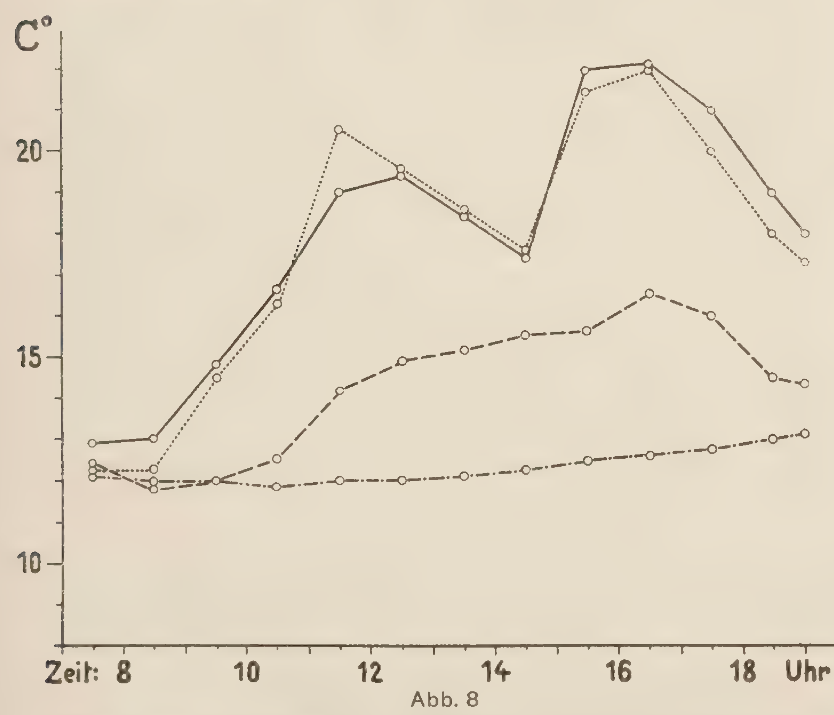


Abb. 8

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Zusammenstellung der Temperaturwerte im Rhodoreto-Vaccinietum.
Erklärung der Zeichen siehe Abb. 7.

Das Rhodoreto-Vaccinietum (s. auch Abb. 8) zeigt eine mittlere Lichtstärke. Es weist die höchsten Lufttemperaturen auf (tiefere Lage als die Höhenstationen, freiere Lage als das Waldinnere, kleinere Luftbewegung als die Höhenstationen). Die Temperaturen auf der Bodenoberfläche und in 2 cm Bodentiefe, sowie die der freien Luft erleiden unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung starke Steigerung. Die Temperaturen 50 cm über dem Boden und an der Bodenoberfläche zeigen gleich hohe Werte. In 10 cm Bodentiefe ist die Temperatur gegenüber dem Piceetum wesentlich erhöht; aber die Beeinflussung durch die Strahlung macht sich für kürzere Perioden nur wenig bemerkbar, so daß die Kurve gut ausgeglichen verläuft. Die Verdunstung wird durch die Strahlung, zum Teil auch durch den Wind, deutlich beeinflußt, und erreichte am Nachmittag die höchsten Werte. So nimmt das Rhodoreto-Vaccinietum eine Mittelstellung ein zwischen dem Piceetum und den Höhenstationen.

Im Semperviretum (s. auch Abb. 9) finden wir die höchste Lichtstrahlung und als Wirkung dieser Strahlung hohe Temperaturen im Sonnenlicht, wobei die Temperatur an der Bodenoberfläche ganz bedeutend über die Temperatur in 50 cm Höhe steigt. Beim Aussetzen der Besonnung für kürzere Zeit tritt eine ausgesprochene Temperaturabnahme ein. Dies ist auch noch in 2 cm Bodentiefe zu erkennen, während in 10 cm Bodentiefe bereits eine kontinuierliche Aufwärmung vom Morgen bis zum Abend stattfindet. Diese Temperaturkurve überschneidet die des Rhodoretums: vormittags liegt sie tiefer, nachmittags höher. Die Verdunstung erfährt eine langsame Steigerung unter der Wirkung der Erwärmung, die infolge Kombinierung von Strahlung und Windwirkung zu einem Maximum im späten Nachmittag führt. Die Luftfeuchtigkeit erscheint etwas höher als an den anderen Stationen

Im Avenetum versicoloris des Grates ist die Lichtstrahlung hoch, wenngleich sie hinter dem Semperviretum wesentlich zurückbleibt. Die Temperaturen werden infolgedessen wie im Semperviretum stark von der Sonnenstrahlung beeinflußt. Sie steigen unter dem Einflusse der Besonnung stark an, und kürzere Beschattungen äußern sich in plötzlicher Temperaturabnahme. Die Temperaturextreme sind am stärksten an der Bodenoberfläche, etwas kleiner 50 cm über dem Boden und nehmen innerhalb des Bodens

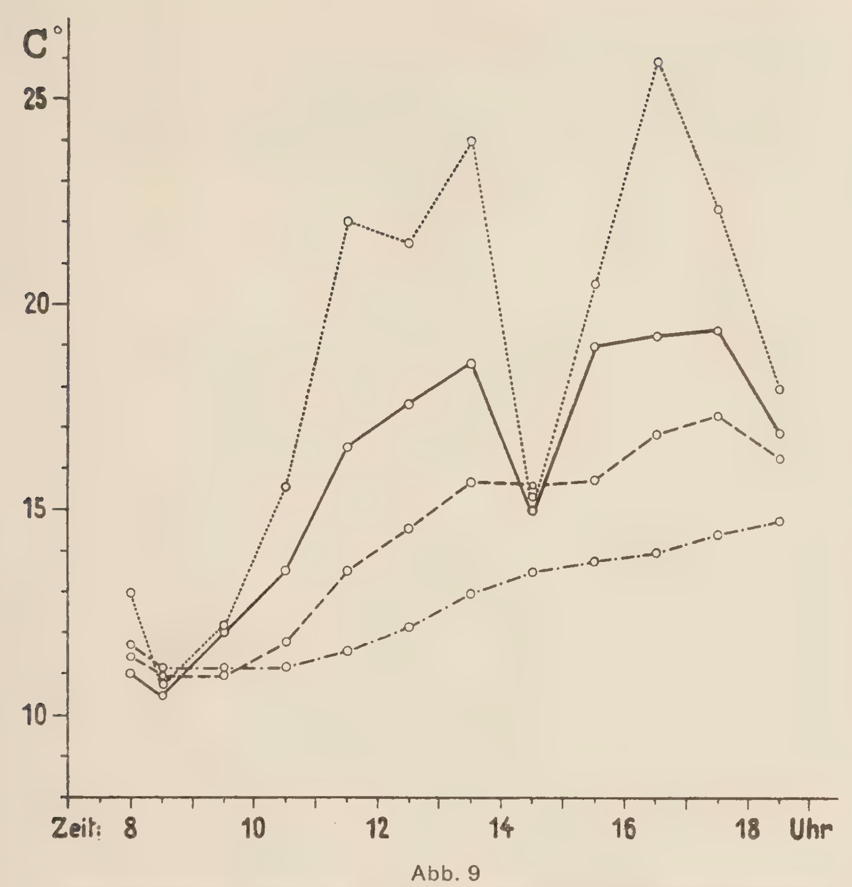


Abb. 9
Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Zusammenstellung der Temperaturwerte für das Semperviretum. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 7.

rasch ab, sind aber während des Tages noch in 10 cm Bodentiefe nachzuweisen. Die Windwirkung macht sich hier viel stärker geltend als in den andern Stationen und hebt in ihrer Wirkung auf die Temperatur die Wirkung der Sonnenstrahlung weitgehend auf, nicht nur in der Luft, sondern auch in den oberen Bodenschichten. Sie fördert dagegen die Verdunstung, die am größten wird, wenn sich Strahlung und Windwirkung verbinden.

So können wir beim vergleichenden Überblick sagen, daß das Rhodoretum-Vaccinietum eine mittlere Stellung einnimmt zwischen dem Fichtenwald mit einem ausgeglichenen Binnenklima und den Höhenstationen mit ihren ausgeprägten, kräftigen Extremen und kurzfristigen Schwankungen der klimatischen Werte.

BEITRÄGE ZUR MIKROBIOCOENOSE IN ALPINEN PFLANZENPOLSTERN

Von *Fritz Heinis*, Basel.

In einer kleinen Arbeit über die Mikrofauna alpiner Polster- und Rosettenpflanzen (14) gab der Verfasser dieser Zeilen seinerzeit die Resultate bekannt, die sich aus der mikroskopischen Untersuchung zahlreicher alpiner Polsterpflanzen ergaben. Die damals beabsichtigte Fortsetzung der diesbezüglichen Studien unterblieb infolge anderweitiger Inanspruchnahme.

Nun hatte ich als Teilnehmer des vom Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Zürich unter Leitung von Herrn Direktor Dr. W. Lüdi veranstalteten Kurses für Alpenbotanik in Davos Gelegenheit, vereinzelte Pflanzenpolster aus verschiedenen Pflanzengesellschaften und Assoziationen zu sammeln. Da mich die mikroskopische Lebewelt im Hinblick auf die ausgeführten pflanzensoziologischen Aufnahmen interessierte, unterwarf ich die sorgfältig vom Boden losgelösten und trocken aufbewahrten Pflanzenrasen mit dem daran haftenden Detritus nach meiner Rückkehr einer eingehenden Untersuchung. Wenn auch nur gelegentlich und nicht nach bestimmten Gesichtspunkten oder gar systematisch gesammelt wurde, so mögen die nachstehenden Ausführungen doch als interessantes Nebenergebnis zu den Exkursionen des Davoser Kurses aufgefaßt und zugleich als bescheidener Beitrag zur Mikrobiocoenose der betreffenden Pflanzengesellschaft betrachtet werden.

Der Freundlichkeit von Herrn Dr. H. Wirz (Basel) verdanke ich noch weiteres Material, speziell aus dem ausgedehnten Schneetälchengebiet vom Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m.

Das gesammelte Material wurde zu Hause mit destilliertem Wasser nach und nach ausgeschlemmt und untersucht. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in den nachstehenden Tabellen enthalten.

Um den Organismenreichtum pro Gramm der untersuchten Masse festzustellen und um einen ungefähren Begriff vom Anteil der einzelnen

Arten in der Zusammensetzung der betr. Lebensgemeinschaft zu erhalten, wurden bei Beginn der Untersuchung von jedem Polster drei Proben von je ein Gramm des lufttrockenen Detritus aus dem Polsterinnern genau abgewogen und gesondert untersucht. Die Untersuchung des übrigen, größern Teils jedes Pflanzenpolsters geschah dann ohne jede weitere Wägung.

In Anlehnung an die Dominanzbestimmungen in der Pflanzensoziologie wandte ich folgende Skala an:

5 = sehr zahlreiche Individuen,
4 = zahlreich, mehr als 20 Individuen,
3 = wenig zahlreich, über 10 Individuen,
2 = spärlich, bis zu 10 Individuen,
1 = vereinzelt, 2 bis 4 Individuen,
\+ = zufällig oder nur in einem Exemplar beobachtet.

Die Ziffern drücken nicht etwa die Artenzahl aus, sondern wollen einzig und allein ein rasches Bild vermitteln von der mengenmäßigen Zusammensetzung der Kleinlebewelt in den einzelnen Proben, bezogen im Durchschnitt auf 1 Gramm; bei Sphagnum auf 1 cm^3 des ausgeschlemmten Detritus.

I. Die Mikrobiocoenose in Sphagnumpolstern.

Die untersuchten Sphagnumpolster stammen von:

1. Laret bei Davos, Hochmoor in 1550 m.
   Sphagnum compactum Brid. und *Sphagnum recurvum* Palis. 22. Juli 1936.
2. Laret bei Davos, Hochmoor in 1550 m.
   Sphagnum cuspidatum Ehrh. aus einem Torfgraben. 22. Juli 1936.
3. Radünertal, am Flüela-Schwarzhorn.
   Sphagnum molluscum Bruch, auf Weideboden in 2400 m. 29. Juli 1936.

	1.	2.	3.
Flagellatae			
Heteromita lens Müller	2	–	–
Oicomonas spec.	1	–	–
Diatomaceae [1]			
Eunotia spec.	4	3	1
Diploneis ovalis Cl.	2	–	–
Pinnularia viridis Sm.	3	–	–
Arten anderer Algengruppen (Desmidiaceen, Protococceen, Pleurococceen)	3	–	–

[1]) Bestimmt nach Meister, Kieselalgen der Schweiz 1912.

Cilitata	1.	2.	3.
Paramaecium aurelia O.F.M.	–	–	2
Urostyla viridis Stein.	–	–	1
Oxytricha pellionella O.F.M.	3	–	–
Chilodon spec.	–	2	–
Stentor spec.	1	–	–
Rhizopoda			
Amoeba limax Duj.	3	–	–
,, *vespertilio* Pen.	1	–	–
,, *alba* Greeff	–	–	2
Amphizonella violacea Greeff	–	2	–
Difflugia pyriformis v. *bryophila* Pen.	2	3	–
,, *pyriformis* v. *lacustris* Pen.	–	2	–
,, *mica* Frenzel	–	1	–
,, *globulosa* Duj.	3	2	1
,, *constricta* Ehrbg.	3	3	2
Trigonopyxis arcula (Leidy)	3	–	–
Centropyxis aculeata v. *discoides* Pen.	2	–	–
Hyalosphenia papilio Leidy	3	3	–
Nebela collaris Leidy	4	5	4
,, *tubulosa* Pen.	2	2	–
,, *lageniformis* Pen.	2	1	3
,, *carinata* Leidy	2	–	–
,, *militaris* Pen.	3	2	–
Helopera petricola Leidy	2	–	3
,, ,, v. *amethystea* Pen.	3	2	1
Arcella vulgaris Ehrbg.	3	1	–
Euglypha ciliata Ehrbg.	3	–	3
,, *strigosa* Leidy	2	2	–
,, *compressa* Carter	3	2	–
,, *laevis* Perty	–	–	3
Placocysta spinosa Leidy	2	–	–
Assulina seminulum (Ehrbg.)	3	2	–
,, *muscorum* Greeff	–	2	–
Trinema enchelys (Ehrbg.)	–	–	2
,, *lineare* Pen.	2	–	–
Corythion dubium Taranek	2	2	2
Amphitrema Wrightianum Archer	3	–	–
Rotatoria			
Adineta vaga Davis.	2	2	2
Habrotrocha angusticollis (Murray)	3	2	–
,, *aspera* (Bryce)	2	–	–
Macrotrachela ehrenbergi (Jans.)	–	–	2
Diglena uncinata Huds.	2	–	–
Nematodes			
Monohystera filiformis Bast.	2	–	–
Monohystera dispar Bast.	1	2	–
Tylenchus dubius Bütschli	–	–	1

	1.	2.	3.
Dorylaimus macrodorus De Man	3	2	–
„ spec.	2	–	–
Aphelenchus spec.	–	1	–
Harpacticidae			
Canthocamptus cuspidatus Schm.	+	–	+
Orbatidae	+	–	–

Die Sphagnumpolster enthielten die erwartete, für Torfmoose charakteristische Mikrobiocoenose, in der vor allem die Algen und besonders die Rhizopoden dominierten. Als Charakterarten des Sphagnetums können unter den Wurzelfüßern gelten:

Trigonopyxis arcula
Nebela tubulosa
„ *carinata*
„ *militaris*
Hyalosphenia papilio
Heleopera petricola var. *amethystea*
Centropyxis aculeata var. *discoides*
Euglypha strigosa
„ *compressa*
Placocysta spinosa
Trinema lineare
Amphitrema Wrightianum.

Eine eingehende Untersuchung eines größeren Materials aus den verschiedenen Teilen des Moores würde die Artenzahl, auch aus andern niedern Pflanzen- und Tiergruppen, sicher noch um weitere Formen vermehren. Spezielle Arten, die etwa für das alpine Hochmoor von Laret eigentümlich wären, konnten bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Die Mikrobiocoenose deckt sich in der Hauptsache mit derjenigen des Sphagnetums anderer alpiner, von mir untersuchter Orte, wie zum Beispiel aus der Umgebung des Oberalpsees, aus dem Nationalpark oder vom Campolungopaß.

Der Reichtum der Sphagneta an mikroskopischen Lebewesen tierischer und pflanzlicher Natur ist bekannt. Neben der großen Feuchtigkeit dürfte der Organismenreichtum in den besondern physikalisch-chemischen Verhältnissen der Sphagnumpolster zu suchen sein. Es müssen feine Beziehungen, speziell chemischer Natur, zwischen den Bewohnern und ihrem Wohnort bestehen. Wie sich aber diese Beziehungen gestalten und wie sie sich in der Lebensgemeinschaft auswirken, wissen wir bis jetzt nicht, trotz einer umfangreichen Moorliteratur.

1 mm³ ausgeschlemmter Sphagnumdetritus der 1. Laret-Probe enthielt im Durchschnitt 87 Individuen.

II. Die Lebensgemeinschaften in alpinen Phanerogamen-Polstern.

Zur Untersuchung der Mikrobiocoenose in alpinen Polsterpflanzen eigenen sich die polsterbildenden Arten der Gattung Saxifraga am besten. Allerdings unterliegt die Individuen- und Artenzahl großen Schwankungen, je nach den äußern Verhältnissen, unter denen die betreffenden Pflanzenpolster gewachsen sind. Größere Polster und Rasen mit vielen abgestorbenen Blättern und Pflanzenteilen, vermischt mit reichem Detritus, beherbergen naturgemäß eine reichere Lebewelt, da die Feuchtigkeit im Polsterinnern viel länger erhalten bleibt.

Es wurden folgende Proben untersucht:

1. *Minuartia sedoides* (L.) Hiern. Weißfluh bei Davos, am Aufstieg zum Gipfel in ca. 2750 m. Kleines Polster mit etwas Feinerde. 25. Juli 1936.
2. *Saxifraga oppositifolia* L. Davoser Schwarzhorn, Westhang, in 2400 m. Lockerer Rasen auf der Geröllhalde mit sandiger Feinerde, auf Serpentin. 25. Juli 1936.
3. *Saxifraga moschata* Wulf. Davoser Schwarzhorn, Westhang in 2400 m. Ruhende Geröllhalde auf Serpentin mit rotem Triasschiefer. Viel Feinerde. 25. Juli 1936.
4. *Saxifraga androsacea* L., vom gleichen Ort, auf Ruhschutt mit reicher abgestorbener Blattmasse. 25. Juli 1936.
5. *Saxifraga Seguieri* Sprengel mit etwas Polytrichum septentrionale. Ob Bremenbühl gegen Jakobshorn, Davos, 2350 m. Kleines, dicht verfilztes Polster. 27. Juli 1936.
6. *Androsace helvetica* (L.) All., vom Ortstock (Kt. Glarus), 2200 m. Kleines Polster mit etwas Feinerde. 2. Aug. 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Diatomaceae						
Fragilaria intermedia Grun.	–	–	3	–	–	2
Hantzschia amphioxys Gr.	–	–	–	4	1	–
Navicula spec.	–	–	2	1	–	–
Synedra spec.	2	–	–	–	–	–
Andere Algen	3	3	–	–	1	–
Bacteria	–	2	3	5	3	–
Ciliata						
Prorodon teres O.F.M.	–	–	4	–	–	.
Cyclidium glaucoma O.F.M.	–	–	2	–	–	2
Colpoda cucullus Ehrbg.	–	–	–	–	3	–
Chilodon spec.	–	–	2	–	–	–

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Rhizopoda						
Amoeba terricola Greeff	–	1	4	3	2	1
,, *sphaeronucleolus* Greeff	–	–	2	–	–	–
Difflugia lucida Pen.	–	–	–	–	–	+
,, *globulosa* Duj.	2	–	2	–	–	3
,, *globulosa* Duj. var.	–	2	–	–	–	–
,, *pyriformis* var. *bryophila* Pen.	–	–	–	–	2	–
,, *constricta* (Ehrbg.)	2	2	3	2	1	2
Centropyxis laevigata Pen.	–	–	–	–	–	3
Pontigulasia bigibbosa Pen.	–	–	+	–	–	–
Arcella arenaria Greeff	–	–	–	2	–	2
Phryganella hemisphaerica Pen.	–	–	2	–	–	–
Euglypha ciliata (Ehrbg.)	–	–	–	–	3	–
Assulina muscorum Greeff	–	–	–	–	–	2
Trinema enchelys (Ehrbg.)	–	–	2	–	–	–
Rotatoria						
Macrotrachela ehrenbergi (Jans.)	3	3	2	2	–	2
Mniobia scarlatina (Ehrbg.)	–	–	–	–	–	2
,, *russeola* Zel.	1	–	–		2	–
,, *tetraodon* (Ehrbg.)	2	–	1		–	–
Pleuretra alpium (Ehrbg.)	–	–	2	–	–	2
Eier	–	–	+	+	–	+
Nematodes						
Tripyla setifera Bütschli	–	–	–	–	–	2
Monohystera filiformis Bast.	–	–	2	–	–	
Plectus auriculatus Bütschli	–	–	3		–	–
,, *rhizophilus* De Man	2	–	–	–	–	–
Tylenchus bryophilus Steiner	–	–	–	2	2	–
Dorylaimus alpinus Steiner	–	–	–	–	1	–
,, *macrodorus* De Man	1	–	2	1	–	–
,, *carteri* Bast.	–	1	–	–	–	–
Nematodeneier		–	–	–	+	+
Tardigrada						
Macrobiotus hufelandi C. Schultze	3	–	–	–	1	
Hypsibius verrucosus (Richt.)		–	1	–	–	
Milben (Oribatidae)	–	–	–	–	–	+
Oligochaeta	–	–	–	–	–	–

Die Besiedelung der Saxifraga oppositifolia-Rasen war sehr gering. Die Inkrustation der Blätter mit kohlensaurem Kalk machen die Rasen speziell für Bärtierchen gänzlich unbewohnbar. Minuartia war etwas reicher bewohnt und enthielt zahlreiche Tardigraden, deren Darm mit grüngelben Chlorophylkörnern gefüllt war.

Probe 3 (Saxifraga moschata) wies außerordentlich viele Amoeben auf, die nach Befeuchten mit Wasser in kurzer Zeit ihre Pseudopodien zögernd zur Nahrungsaufnahme ausstreckten.

Das Androsace helvetica-Polster enthielt ebenfalls nur eine geringe Biocoenose, was auch mit früheren Beobachtungen (14) übereinstimmt. Tardigraden fehlten vollständig, dagegen fanden sich in der Probe drei verschiedene Rädertierarten neben sieben verschiedenen Rhizopoden. Bakterien konnten darin nicht festgestellt werden.

III. Zur Mikrobiocoenose in den Schneetälchen.

Zu den eigenartigsten und wohlumschriebenen Pflanzengesellschaften des schweizerischen Hochgebirgs gehören ohne Zweifel die „Schneetälchen". Es sind dies bekanntlich Örtlichkeiten, die nach der Schneeschmelze lange vom Schnee- und Regenwasser durchfeuchtet werden und in dichtem Bestandesschluß eine bestimmte Pflanzengesellschaft mit bestimmten ökologischen Bedingungen aufweisen. Schröter (29), Brockmann (3), Rübel (26, 27) Braun-Blanquet (1), Lüdi (17) und Szafer (28) haben uns durch ihre Arbeiten über die Ökologie der Schneetälchen, ihre Entstehung, floristische Zusammensetzung und soziologische Stellung eingehend orientiert. Über ihre mikroskopischen Lebensgemeinschaften ist dagegen noch wenig bekannt. Düggeli (5) verdanken wir in seiner ausgezeichneten Studie über den Bakteriengehalt alpiner Böden einige Angaben über die Bakterienflora der Schneetälchen. Nach diesem Forscher sind die Keimzahlen der Schneetälchenböden sehr groß. Für die schwach sauren Schneeböden am Flüela-Schwarzhorn betragen sie pro Gramm feuchter Erde aus drei Proben auf Gelatine 4400000, 1700000, 1300000; auf Agar 4900000, 2600000 und 1340000; auf Zuckeragar 110000, 70000 und 6000. (Düggeli, loc. cit. S. 223.)

Die Zahlen für die übrigen Mikroorganismen der Schneeböden, speziell die der Protozoen, erreichen natürlich lange nicht diese Höhe.

Ein von mir seinerzeit untersuchtes Rasenstück mit Gnaphalium supinum aus einem Schneetälchen am Gornergletscher aus ca. 3000 m enthielt einige nicht näher bestimmte *Ciliaten*, *Arcella arenaria*, *Difflugia constricta*, *D. globulosa*, *Macrotrachela ehrenbergi*, *Plectus cirratus*, *Dorylaimus macrodorus*, *Dorylaimus* spec. (Mikrofauna alpiner Polster- und Rosettenpflanzen 1920, 14, S. 7).

Aus Schneetälchen wurden folgende Proben untersucht:

1. Anthelia Juratzkana (Limpr.) Trev. aus dem Anthelietum am Flüela-Schwarzhorn, mit Solorina crocea (L.) Ach. Kleines Rasenstück auf schwachgeneigtem, sandigen Boden. 29. Juli 1936. 2600 m.

2. Polytrichum sexangulare Flörke, vom gleichen Ort. Kleiner, lockerer Rasen. 29. Juli 1936.

3. Salix herbacea L. Radünertal am Flüela-Schwarzhorn, in 2400 m. Kleines Rasenstück aus dem Salicetum herbaceum mit schwarzem Humus. 29. Juli 1936.

4. Salix herbacea L. Parsennfurka-Totalp, ca. 2300 m. Kleines Rasenstück aus einem Schneetälchen mit wenig schwarzem Humus. 25. Juli 1936.

5. Salix herbacea L. Schneetälchen am Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m. Rasenstück aus dem Salicetum herbaceum mit viel schwarzem Humus. 2. August 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

6. Potentilla dubia (Crtz.) Zim. Schneetälchen am Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m. Fast reines Rasenstück dieser Pflanze mit einem kleinen Horst von Poa alpina L. mit etwas schwarzem Humus. 2. Aug. 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

7. Potentilla dubia (Crtz.) Zim. Schneetälchen am Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m, mit etwas Minuartia biflora Sch. u. Th., Salix herbacea L. sowie etwas Polytrichum alpinum L. var. septentrionale (Sw.) Brid. und Pohlia spec. Reicher Wurzelfilz mit schwarzem Humus. 2. August 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

8. Gnaphalium supinum L. Schneetälchen am Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m. Dichtes Rasenstück mit schwarzem Humus. 2. August 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Flagellata								
Heteromita globosa Stein	–	–	–	–	–	–	1	–
Cryptomonas spec.	–	–	–	–	–	–	–	2
Petalomonas augusta St.	–	–	–	–	–	1	–	–
Diatomaceae								
Fragilaria spec.	–	2	–	–	–	–	–	1
Eunotia tetraodon Ehrbg.	–	–	–	–	3	–	–	–
Microneis linearis Cl.	–	–	–	–	–	–	2	–
Navicula viridula Ktz.	–	–	–	–	–	–	2	–
Pinnularia borealis Ehrbg.	1	–	–	–	–	4	4	–
Nitzschia spec.	–	–	–	2	–	–	–	2
Hantzschia amphioxys Grun.	–	–	–	–	3	–	–	4
Arten anderer Algengruppen	–	+	1	–	2	1	3	2
Bacteria	–	–	–	4	4	5	5	4

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Ciliata								
Colpidium colpoda Ehrbg. . .	–	–	–	–	–	–	2	–
Oxytricha pellionella O.F.M. .	–	–	2	–	–	–	3	–
Urotricha spec.	–	–	–	2	–	2	–	–
Stentor spec.	–	–	–	–	–	–	1	–
Glaucoma spec.	–	–	–	1	–	–	–	2
Rhizopoda								
Amoeba terricola Greeff . . .	–	1	–	1	2	–	2	4
,, sphaeronucleolus Gr. .	–	–	2	–	–	–	–	–
,, *striata* Pen.	1	–	–	–	–	2	–	–
Corycia flava (Greeff)	1	–	–	–	–	–	–	–
Difflugia pyriformis v. *bryo-*	–	–	–	–	–	–	–	
phila Pen.	–	–	–	2	2	–	–	
Difflugia globulosa Duj. . . .	2	–	1	–	1	–	2	–
,, *constricta* (Ehrbg.) var.	–	2	2	4	3	1	2	–
Centropyxis laevigata Pen. . .	–	–	–	–	2	2	–	1
Bullinula indica Pen.	–	–	–	–	–	–	–	1
Phryganella hemisphaerica Pen.	–	–	–	–	–	2		–
Euglypha ciliata (Ehrbg.) . .	–	–	2	2	–	–	3	1
Assulina muscorum Greeff . .	1	–	–	–	–	–	2	1
Trinema enchelys Ehrbg. . .	–	–	1	–	–	–	1	–
Arcella vulgaris Leidy	–	–	–	–	2	–	–	–
,, *arenaria* Greeff . . .	–		–	–	–	2	–	–
Rotatoria								
Adineta vaga (Davis)	1	–	–	–	–	–	2	–
Habrotrocha angusticollis Murr.	–	–	–	–	–	–	–	2
Macrotrachela ehrenbergi (Jans.)	–	–	2	3	2	3	3	2
,, *speciosa* (Murray)	2	–	–	–	–	–	1	–
Mniobia scarlatina (Ehrbg.) .	1	–	–	–	–	–	–	–
,, *magna* (Plate) . . .	+	–	–	–	–	2	–	2
Pleuretra alpium (Ehrbg.) . .	–	–	–	2	+	2	–	–
Rädertiereier	–	–	–	–	–	–	–	+
Tardigrada								
Macrobiotus hufelandi C. Sch.	1	–	–	–	–	1	–	–
,, *islandicus* Richt. .	–	–	–	–	–	–	+	–
Hypsibius oberhäuseri Doy.. .	–	–	–	–	1	–	–	–
Echiniscus arctomys Ehrbg. .	–	–	–	–	–	–	2	–
Nematodes								
Cephalobus nanus De Man . .	–	–	–	–	1	–	–	–
Aphelenchus Richtersi Steiner .	–	–	–	–	–	–	–	–
Mononchus muscorum Duj. . .	–	–	–	2	–	–	–	–
Plectus rhizophilus De Man .	–	–	1	–	–	–	–	–
Tylenchus spec.	–	–	–	–	–	1	2	1
Dorylaimus terrestris De Man	–	–	2	–	–	–	3	1
,, *macrodorus* De M.	–	–	1	–	–	2	–	–
Juvenile, nicht näher bestimm-	–	–	–	–	–	–	–	–
bare Exemplare	–	–	–	–	+	–	1	1
Milben (Oribatidae)		–	–	–	–	–	–	–

Aus der vorstehenden Tabelle geht hervor, daß die Schneetälchen im allgemeinen ein verhältnismäßig reiches organisches Leben aufweisen. Zwar enthielten die Rasen von Anthelia und Polytrichum nur wenige Formen und auch diese nur in kleiner Anzahl. Dieser geringe Gehalt an Lebewesen im Anthelietum und Polytrichetum dürfte nach Ansicht von Dr. Lüdi (brieflich, 10. Febr. 1937) vor allem in der kürzeren Vegetationsdauer, vielleicht auch im Fehlen oder Zurücktreten von Abfallstoffen von Phanerogamen oder doch in der damit verbundenen geringeren Mannigfaltigkeit in den Ernährungsmöglichkeiten zu suchen sein. Auch ist in Betracht zu ziehen, daß die Humusanhäufung meist noch eine geringe ist. Eine sichere Antwort auf diese Frage kann jedoch erst gegeben werden, wenn einmal eine größere Reihe von Untersuchungsergebnissen aus verschiedenen Gebieten, sowohl aus dem Anthelietum, als auch aus dem Polytrichetum vorliegt.

Bedeutend reicher erweisen sich die Salix herbacea-Rasen. Am ergiebigsten waren die Proben vom Ortstock (Kt. Glarus). Auffällig war hier neben der relativ reichen Protozoenfauna der außerordentlich große Bakterien- und Diatomeengehalt. Die Ansicht Brauns (2, S. 196), daß in der Regel einer starken Entwicklung der Protozoen eine verarmte Bakterienflora entspricht und daß die Bakterientätigkeit durch das Vorhandensein großer Protozoenmengen ungünstig beeinflußt wird, hat sich hier nicht bestätigt. Im allgemeinen mag die Regel ja zutreffen, da sich unter den Protozoen zahlreiche Bakterienfresser befinden. Eine große Protozoenmenge braucht aber deswegen nicht eine reiche Bakterienflora auszuschließen. Zudem ist die Bakterienkeimzahl meist eine ungeheure.

Offenbar beruht der relativ große Organismenreichtum in einzelnen Schneetälchen auf den besondern edaphisch bedingten physikalisch-chemischen Verhältnissen, insbesondere auch auf dem größern Feuchtigkeitsgehalt. Als Beispiel für den Reichtum an mikroskopischen Lebewesen diene die Probe 7 mit Potentilla dubia, etwas Polytrichum, einigen Stengelchen einer Pohliaart, Minuartia biflora und einem Zweig von Salix herbacea aus dem Salicetum herbaceum vom Ortstock. Ein Gramm frischer Detritus aus dem Raseninnern enthielt außer einer reichen Bakterienflora und einigen Algen 189 Organismen, wovon der größte Teil lebend, und zwar 67 Diatomeen, 26 Ciliaten, 54 Rhizopoden, 15 Rotatorien, 23 Nematoden und 4 Tardigraden.

IV. Allgemeine Bemerkungen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen deutlich, daß der Detritus im Innern der Pflanzenpolster mit den abgestorbenen und faulenden organischen Resten keine tote Masse darstellt, sondern von einer bestimmten, der Moosfauna ähnlichen Lebensgemeinschaft, die aus pflanzlichen und tierischen Mikroorganismen besteht, belebt ist. In dieser Lebensgemeinschaft dominieren hauptsächlich die Bakterien, Diatomeen, Protozoen und Nematoden, weniger häufig sind die Rotatorien, Tardigraden und Milben. Auch Desmidiaceen und Protococcaceen sowie Pilze können darin auftreten (13, 14).

Im Pflanzenpolster finden vornehmlich die tierischen Kleinlebewesen Nahrung und Sauerstoff; es gewährt ihnen auch Schutz vor gänzlicher, längerer Austrocknung, gegen die sie allerdings durch mannigfache Anpassungen geschützt sind (Encystierung; anabiotischer Zustand; Fähigkeit, durch sog. Speicherzellen [Tardigraden] auch mehrere Wochen lang ohne Nahrungsaufnahme aktiv lebenstätig zu sein) (18).

Über die Nahrung der in Betracht fallenden Mikroorganismen sei nur kurz folgendes erwähnt, ohne auf Einzelheiten einzugehen.

Die Ciliaten der Polsterfauna ernähren sich von Bakterien, verschiedenartigen Zerfallsprodukten anderer Organismen, sowie kleinen Detritusteilchen. Die Rhizopoden nehmen mit ihren Pseudopodien neben winzigen organischen Resten und Detritus auch kleine Algen und Bakterien auf. Einzelne Arten verschmähen auch nicht tierische Nahrung, indem sie sich etwa an Infusorien, Räder- und Bärtierchen oder Nematoden vergreifen.

Die Nahrung der Rotatorien setzt sich nach Dobers (4) zum allergrößten Teil aus Detritus und darin enthaltenen pflanzlichen und tierischen Stoffen zusammen. Nach meinen Beobachtungen nehmen sie aber auch mit Hilfe des Räderorgans Bakterien auf und zur Seltenheit selbst kleine Algen (*Oscillaria*, *Protococcus* und *Pleurococcus*).

Die Nematoden sind nach neueren Forschungen (13, 20) zum größten Teil carnivor, indem ihre Nahrung hauptsächlich aus niedern Tieren wie Protozoen, Rotatorien, Tardigraden und vor allem auch aus Angehörigen des eigenen Stammes besteht. Verschiedene Arten bohren jedoch die zarten Wurzeln oder grünen Pflanzenteile an, um den Zellsaft aufzusaugen, oder sind Algenfresser. Im Sphagnum-

material von Laret beobachtete ich zahlreiche Nematoden *(Monohystera* und *Dorylaimus)*, deren Darm grün war vom Chlorophyll der Algen, so daß man beim ersten flüchtigen Hinsehen glauben konnte, eine Fadenalge vor sich zu haben.

Reine Pflanzenfresser sind die Tardigraden, die sich hauptsächlich von vegetabilischen Substanzen und zwar von lebenden Pflanzenzellen, meist der chlorophyllhaltigen, ernähren, indem sie mit ihren Stileten die Blattzellen oder auch die Wurzelzellen anbohren und den ganzen Inhalt aussaugen und ihrem Darm einverleiben. Allerdings liegen auch vereinzelte Beobachtungen aus den letzten Jahren vor (vgl. 18, S. 144), wonach gewisse Arten der Eutardigraden im Notfall animalische Nahrung aufnehmen, ja selbst lebende, vielleicht aber nicht mehr ganz lebenskräftige Rotatorien überwältigen können (21, S. 21).

In den alpinen phanerogamen Pflanzenpolstern sind die Bärtierchen meist spärlich vertreten, da sie offenbar die derbe Blattcuticula mit ihren Mundwerkzeugen nicht anbohren können. Wo in solchen Polstern jedoch eine größere Zahl von Tardigraden auftritt, kann man sicher sein, meist auch viele Algen anzutreffen, die den Tierchen in erster Linie als Nahrung dienen. Von Moosen und Flechten durchwachsene phanerogame Polster weisen dagegen stets eine stärkere Tardigradenbesiedelung auf.

Die verschiedenen Organismen sind demnach in bezug auf ihre Ernährung innerhalb ihrer Lebensgemeinschaft bis zu einem gewissen Grade voneinander abhängig. Es herrscht bei dieser scheinbar harmlosen Gesellschaft von Bakterien, Wurzelfüßern, Räder- und Bärtierchen sowie Nematoden ebenfalls ein Kampf ums Dasein, der für unser unbewaffnetes Auge allerdings unbemerkbar bleibt.

Über die Beziehungen der Mikroorganismen zu ihrem Wohnort in den Pflanzenpolstern, Rasen und Horsten, ihren Anteil an der Humusbildung und damit ihren Einfluß auf das Wachstum der Pflanzen wissen wir mit Ausnahme der wichtigen Rolle der Bakterien noch wenig. Durch Umsetzung und Zersetzung der absterbenden organischen Reste helfen sie auf jeden Fall an der Humusbildung mit. Infolge ihres oft massenhaften Auftretens in den oberflächlichen Pflanzenschichten und in der Rhizosphäre sind sie mitbeteiligt an der feinen Auflockerung und Durchlüftung dieser Schichten. Ihre Ausscheidungen und Verdauungsstoffe kommen letzten Endes den Pflanzen

zugut. Sie tragen daher zur Erhöhung des Nährstoffkapitals im Boden bei und vermitteln damit den Kreislauf, der die toten organischen Abfallstoffe wieder in assimilierbare Pflanzennahrung überführt. Je stärker die Besiedelung und je reicher das Kleinleben entwickelt ist, um so mehr dürften die Pflanzen in ihrem Gedeihen gefördert werden. Üppige, freudig wachsende Polster enthalten denn auch nach meinen früheren Beobachtungen meist eine reichere Mikrobiocoenose.

Die Frage, ob einzelne Arten der in Betracht kommenden Kleinlebewesen auf bestimmte Pflanzenarten beschränkt oder von ihnen abhängig sind, kann nicht mit Sicherheit beantwortet werden, da es bis jetzt nicht gelungen ist, Arten, die nur für gewisse Phanerogamen charakteristisch wären, nachzuweisen. Einzig die Sphagnumpolster enthalten, wie schon erwähnt, charakteristische, nur in diesem Milieu auftretende Formen.

Die extremen Bedingungen des Hochgebirgsklimas wie auch die besondern edaphischen Verhältnisse des Wohnraumes vermögen nur einer anpassungsfähigen Lebensgemeinschaft Aufenthalt zu bieten. Daher setzen sich die mikroskopischen Polsterbewohner in der Hauptsache zusammen aus weitverbreiteten, kosmopolitischen Arten. Nur wenige Arten scheinen in ihrer Hauptverbreitung mehr oder weniger auf das Hochgebirge beschränkt zu sein, ohne jedoch den tieferliegenden Gebieten gänzlich zu fehlen. (Unter den Rhizopoden z. B. *Bullinula indica*; unter den Rotatorien *Mniobia scarlatina*, *Mniobia tetraodon*, *Pleuretra alpium*; verschiedene Tardigraden.)

Die primäre Besiedelung der Pflanzenpolster erfolgt ausnahmslos auf passivem Wege durch den Wind und das Wasser, seltener auch durch größere Tiere. Es sei hier nicht näher auf die Art der Verbreitung eingetreten; einige Beispiele und Beobachtungen habe ich an andern Orten aufgeführt (12, 14, 15, 16).

Die direkte und indirekte Bedeutung der pflanzenpolster- und bodenbewohnenden Kleinlebewesen in pflanzensoziologischer Hinsicht ist, wie auch Braun (2, S. 197) ausdrücklich bemerkt, noch wenig geklärt. Es wäre daher von hohem Interesse, dem Zusammenleben der pflanzlichen und tierischen Mikroorganismen in bestimmten Pflanzengesellschaften des Hochgebirges (und der Ebene!) nachzugehen und die Tätigkeit und Bedeutung der einzelnen Organismengruppen unter sich und in der Lebensgemeinschaft in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben näher zu untersuchen. Dabei müßten auch die

physikalischen und chemischen Faktoren neben den lokalklimatischen Bedingungen in den Kreis der Betrachtung einbezogen werden. Bei Untersuchungen über den Bodenhaushalt werden meist nur die Bakterien berücksichtigt und die übrige große Menge der andern Mikroorganismen außer acht gelassen. Und doch bilden sie zusammen eine Lebensgemeinschaft, die in ihrer Gesamtwirkung für das Leben der Pflanze von außerordentlicher Wichtigkeit ist.

Vielleicht wäre es möglich, einmal verschiedene Spezialforscher, Botaniker und Zoologen, zur gemeinsamen Untersuchung eines Gebietes mit bekannten Pflanzengesellschaften und Assoziationen zu veranlassen. Für die Pflanzensoziologie würden sich dann sicher einige neue Gesichtspunkte ergeben.

Zum Schlusse sei Herrn Direktor Dr. W. Lüdi für die vielen wertvollen Anregungen, die ich während des Davoser Kurses empfangen durfte, wie auch für das große Interesse, das er dieser kleinen Studie entgegengebracht hat, der beste Dank ausgesprochen.

Zusammenfassung.

Aus Sphagnumpolstern des Hochmoors von Laret (Davos) und aus Phanerogamenpolstern und Moospolstern hochalpiner Schutt-, Rasen- und Schneetälchenvegetation der Davoser Berge und des Ortstockes im Kanton Glarus wurde die Kleinlebewelt qualitativ und quantitativ untersucht.

Verzeichnis der für die vorliegende Studie benützten Literatur.

Ein ausführliches Verzeichnis des gesamten Schrifttums findet sich in den Arbeiten Nr. 12, 14 und 18 (Tardigraden).

1. Braun, Jos., Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den rhätisch-lepontischen Alpen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. **48** 1913 (347 S., 1 Karte, 4 Taf.).
2. Braun, Jos., Pflanzensoziologie. Biologische Studienbücher VII, Berlin 1928 (330 S., 168 Abb.).
3. Brockmann-Jerosch, H., Die Flora des Puschlav und ihre Pflanzengesellschaften. Leipzig 1907 (348 S., 1 Karte, 5 Taf.).
4. Dobers Ernst, Über die Biologie der Bdelloidea. Internat. Revue des ges. Hydrobiologie. Suppl. zu Bd. VII, 1915 (128 S., 8 Taf. u. 22 Fig. im Text).

5. Düggeli, M., Studien über die Bakterienflora alpiner Böden. Festschrift Carl Schröter. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **3** 1925 (204–224).
6. Ehrenberg, Chr., Das organische kleinste Leben über dem ewigen Schnee der höchsten Centralalpen. Monatsber. Berliner Akad. d. Wiss. 1853 (315–333).
7. Ehrenberg, Chr., Mikrogeologie. Leipzig (Voß) 1854, Fol. (XXVIII, 504 S., Tafel-Erkl. 31 S., Atlas 41 Tab.).
8. Ehrenberg, Chr., Beitrag zur Bestimmung des stationären Lebens in 20 Tausend Fuß Alpenhöhe. Abhandl. Akad. der Wiss. zu Berlin 1858. Berlin 1859 (429–456, Tab. 1–3).
9. Francé, R. H., Das Edaphon. Untersuchungen zur Ökologie der bodenbewohnenden Mikroorganismen. 2. Aufl. Stuttgart 1921 (99 S.).
10. Greeff, R., Über einige in der Erde lebende Amoeben und andere Rhizopoden. Archiv f. mikroskop. Anatomie **2** Bonn 1866 (299–331, Taf. XVII und XVIII)
11. Greeff, R , Landprotozeen (90–91), Landrhizopoden (91–124). Landinfusorien (125–158). Sitzungsber. Ges. z. Bef. d. ges. Naturwissenschaften Marburg 1888.
12. Heinis, F., Systematik und Biologie der moosbewohnenden Rhizopoden, Rotatorien und Tardigraden der Umgebung von Basel mit Berücksichtigung der übrigen Schweiz. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde **5**, Stuttgart 1910 (115 S.).
13. Heinis, F., Über die Mikrofauna am Bölchen. Tätigkeitsber. Naturf. Ges. Baselland 1911–1916 (81–98, Taf. 1).
14. Heinis, F., Über die Mikrofauna alpiner Polster- und Rosettenpflanzen. Festschrift zur Feier des 60. Geburtstages von Friedrich Zschokke, Basel 1921 (Nr. 6, 30 S.).
15. Heinis, F., Die Moosfauna des Krakatau. Treubia **10**, Buitenzorg 1928 (231–244, Taf. 9).
16. Heinis, F., Beiträge zur Mikrofauna der Umgebung von Liestal. **9.** Tätigkeitsbericht Naturf. Ges. Baselland 1930–1932 (36–43).
17. Lüdi, W., Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. Beitrag zur geobotan. Landesaufnahme 9, Zürich 1921 (364 S., 4 Vegetationsbilder, 2 Vegetationskarten 1:50000, mehrere Sukzessionstafeln).
18. Markus, Ernst, Tardigrada. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs **5** Abt. IV Buch 3, Leipzig 1929 (608 S., 398 Abb. im Text, 1 Taf.).
19. Menzel, R., Über die mikroskopische Landfauna der schweizer. Hochalpen. Archiv f. Naturgeschichte **80** Abt. A Heft 3, Berlin 1914 (1–96, 16 Fig.).
20. Menzel, R., Über die Nahrung der freilebenden Nematoden und die Art ihrer Aufnahme. Verh. Naturf. Ges. Basel **31** 1919–20, Basel 1920 (153–188, 5 Textfig.).
21. Nederström, P., Die bis jetzt aus Finnland bekannten Tardigraden. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica **46** Nr. 8 1919 (1–25).
22. Perty, M., Mikroskopische Organismen der Alpen und der italienischen Schweiz. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1849, Nr. 164 und 165 (153–176).
23. Perty, M., Zur Kenntnis kleinster Lebensformen in der Schweiz. Bern 1852 (228 S., 17 Taf.).
24. Perty, M., Herr Geheimrat Ehrenberg in Berlin und die Infusorienkunde. Ein Sendschreiben an die Naturforscher und Freunde der Naturwissenschaft. Bern 1855 (3 S.).

25. Rahm, G., Biologische und physiologische Beiträge zur Kenntnis der Moosfauna. Zeitschr. allg. Physiologie **20**, Jena 1921 (1–34, Tab. 1).
26. Rübel, E., Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Englers botan. Jahrb. **47** 1912 (616 S., 1 Karte, 59 Taf., 20 Fig.).
27. Rübel, E., Schneetälchengesellschaften und Kühlozeanität. Repert. sp. nov. Beih. **46** 1927 (108–109).
28. Szafer, W., Zur soziologischen Auffassung der Schneetälchenassoziationen. Ergebn. der internat. pflanzengeogr. Exkursion durch die Schweizeralpen 1923. Veröff. d. Geobotan. Instituts Rübel in Zürich 1924 (300–310).
29. Schröter, C., Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1926 (1288 S. mit 316 Abb., 6 Taf. und 9 Tabellen).

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER GATTUNG *LEONTODON*. III[1]: *L. helveticus* Mérat emend. (= *L. pyrenaicus* auct. — non Gouan!)

Von *Felix J. Widder*.

(Aus dem Institut für systematische Botanik der Universität Graz.)

Die Teilnahme an dem überaus erfolgreichen „Kurs in Alpenbotanik", den das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel (Zürich) im Juli 1936 in Davos veranstaltet hatte, bot mir die lange ersehnte Gelegenheit, einigen mich schon seit Jahren beschäftigenden Fragen durch Naturbeobachtungen näher zu kommen. Diese waren für mich um so wichtiger, als der Vergleich zwischen der Flora des Alpen-Ostrandes und der von mir jetzt zum erstenmal erlebten Flora der Schweiz nicht nur in diesem einen Punkte wertvolle Aufschlüsse bot, sondern darüber hinaus noch manche andere Anregungen gab. Während einer an den Kurs anschließenden Kreuz- und Querfahrt durch die Schweiz, die mich bis nach Genf führte, trachtete ich die fraglichen Dinge möglichst weitgehend zu verfolgen. Die Verarbeitung der gesammelten Beobachtungen konnte bisher wegen dienstlicher Inanspruchnahme noch nicht beendet werden. Daher erstreckt sich die vorliegende Mitteilung nur auf die Behandlung einer einzigen, in der Schweiz häufigen Alpenpflanze, für die bisher der Name *Leontodon „pyrenaicus* Gouan" allgemein üblich gewesen ist.

Dem Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel bin ich nicht nur für die überaus liebenswürdige Aufnahme in Zürich und als Kursteilnehmer zu Dank verpflichtet, sondern ganz besonders auch dafür, daß es diesen Beitrag in seinem Jahresbericht aufgenommen hat.

Eine nähere Umgrenzung der Sippe *Leontodon „pyrenaicus"* ist bisher noch kaum versucht worden. Die herrschende Unsicherheit

[1]) ... I: Österr. Bot. Ztschr. **76** (1927) 272—305; ... II: Österr. Bot. Ztschr. **80** (1931) 136—148.

spricht sich schon darin aus, daß die Angaben über die Allgemeinverbreitung recht verschieden lauten. So hat z. B. Jerosch (1903, 253) die Art zum arktischen Element der Alpenflora gerechnet, hat aber zugleich darauf aufmerksam gemacht, daß sie mit anderen Arten „merkwürdig zerrissene Gebiete“ bewohne (1903, 74). Eichler-Gradmann-Meigen (1905, 43) geben jedoch nur mehr die zentral- und südeuropäischen Gebirge an, Schinz und Thellung (1914, 355) „Pyren., Gebirge von M.-Eur.“. Vierhapper (1924, 148) hingegen nennt *L. pyrenaicus* unter jenen arktisch-altaischen Arten der Alpenflora, und zwar der arktischen Gruppe, die dort auf eine Arktishälfte beschränkt seien. Nach Hegi (1928, 1022) gehört die Art „dem alpigenen Elemente im weiteren Sinne“ an. Schröter (1926, 492) kennzeichnet sie als arktisch-alpinen Typus, „aber mit Zentrum in den Alpen“.

Klarheit war da nur durch vergleichende Untersuchungen auf möglichst breiter Grundlage zu erreichen. Diese war durch mehrere tausend Herbarbelege aus den verschiedensten Gebieten gegeben, die ich im Lauf der letzten Jahre durchsehen konnte, ergänzt durch Lebendbeobachtungen in den Ostalpen und nun auch in einem Teil der Westalpen. Das Ergebnis sind — soweit unsere Alpenpflanze in Betracht kommt — die im folgenden knapp umrissenen Feststellungen.

1. Im *L. „pyrenaicus“* der meisten Forscher sind mindestens zwei durch Merkmale und Verbreitung deutlich getrennte Sippen enthalten.

2. Die Sippe der Alpen ist nach Ausscheidung des oft damit verwechselten *L. croceus* Haenke — vgl. Widder (1927) — als durchaus einheitlich anzusehen; ihr Verbreitungsgebiet greift von den Alpen auf den nördlichen Teil des Apennin, auf Schwarzwald und Vogesen sowie auf das zentralfranzösische Bergland über. In den Cevennen finden sich vereinzelt Übergangsformen zur Pyrenäensippe.

3. Die ebenso einheitliche Sippe der Pyrenäen bewohnt nur die Pyrenäenkette; die in den Cevennen vorkommenden Übergangsformen sind zumeist noch zur Alpensippe zu zählen.

4. Die Hauptunterschiede der beiden Sippen sind in der folgenden Übersicht einander gegenübergestellt:

	Pyrenäensippe (*L. pyrenaicus* s. str.)	Alpensippe (*L. helveticus*)
Tracht . .	Pflanze zart, Schäfte dünn, zierlich	Pflanze derb, Schäfte meist dicker
Blattspreite	nur oberseits mit starren, fast geraden, borstlichen, mehrreihigen, einfachen Haaren ± besetzt, sehr selten kahl	beiderseits mit weichen, gebogenen bis gekräuselten, mehrreihigen, einfachen Haaren ± besetzt oder beiderseits verkahlend bis kahl
Blattstiel .	spärlicher behaart als die Blattspreite oder kahl	reichlicher behaart als die Blattspreite, oft dicht kraushaarig oder kahl

So geringfügig diese Unterscheidungsmerkmale zu sein scheinen, so leicht lassen sich — behaartblättrige! — Pflanzen an der äußerst charakteristischen Verteilung und Gestalt der Haare erkennen. Wenn hier von „Haaren" die Rede ist, so sind darunter nur die auffälligen mehrreihigen Haare zu verstehen, nicht aber die auf „kahlen" ebenso wie auf „behaarten" Blättern überdies noch vorkommenden, winzigen, erst unter dem Mikroskop deutlich sichtbaren einreihigen Härchen. An kahlblättrigen Pflanzen, die übrigens wohl immer mit behaartblättrigen Pflanzen zusammen vorkommen, ist sorgfältig nach Überresten vorjähriger Blätter zu suchen, die mitunter behaart sind; sonst sind solche Pflanzen nach den in derselben Aufsammlung meistens vorhandenen behaartblättrigen Stücken zu beurteilen, da die Unterscheidung der beiden Sippen nach der Tracht allein ohne Übung nicht immer leicht ist. Kahlblättrige Pflanzen sind bei der Pyrenäensippe viel seltener (± 2 %) als bei der Alpensippe.

5. Alle Angaben von *L. „pyrenaicus"* aus anderen Gebieten, auch aus der Arktis, haben sich als unzutreffend erwiesen, d. h. sie beziehen sich auf andere Arten, die hier zunächst nicht in Betracht kommen.

* *
*

Die Pyrenäensippe wurde von Gouan (1773, 55, Tab. XXII, Fig. 1, 2) als *„Leontodon Pyrenaicum"* mit der Fundortsangabe (type

locality) „In summo Vallis *Eynes* cacumine; & ad stagnum montis *Laurenti* copiose crescit" beschrieben. Die recht ausführliche Beschreibung enthält begreiflicherweise nichts über die damals noch unbeachteten Unterschiede der Pyrenäen- und Alpensippe. Sie läßt aber dennoch erkennen, daß Gouan nur die erstere gemeint haben kann. Denn in: „.... Folia ... glaberrima, aut pilis raris adspersa; ... Petioli ... filiformes, glaberrimi, ... Scapus ... acicularis ..." sind bereits Merkmale genannt, die zusammen mit der recht guten Abbildung und vor allem dem Fundort nicht daran zweifeln lassen, daß der Gouansche Name auf die Pyrenäensippe, und zwar nur auf diese allein anzuwenden ist. Das Herbar Gouans gelangte — vgl. Lasègue (1845, 325) und de Candolle (1880, 415) — durch Hooker nach Kew. Auf eine dorthin gerichtete Anfrage wurde mir mitgeteilt, daß ein Urbeleg (Typus) der Art dort nicht vorhanden wäre. Topotypen sind in den meisten größeren Herbarien verbreitet.

Die Alpensippe wurde zwar schon mehrmals mit neuen Namen bezeichnet. Davon sind aber die meisten im Sinne der geltenden Nomenklaturregeln als regelwidrig, besonders als nomina abortiva anzusehen. So hat z. B. Lamarck (1789, 529) unter seinem *L. squamosum* gewiß auch die Alpensippe verstanden. Er war aber zur Änderung des von Gouan gegebenen und in der Synonymie angeführten Artnamens nicht berechtigt, da er ja dessen Umfang nur erweiterte. Der neue Name war also überflüssig und ist deshalb zu verwerfen. Er könnte als Bezeichnung für die Alpensippe höchstens dann berücksichtigt werden, wenn überhaupt kein regelgemäßer Artname vorhanden wäre (Nom. Reg. Art. 69). Viel Verwirrung stiftete *L. alpinum* Jacquin (1773, 58, Tab. 93), dessen Beschreibung und Abbildung unter gar keinen Umständen auf eine der beiden in Rede stehenden Arten bezogen werden kann. Gleichwohl wurde dieser Name später vielfach mißdeutet und unter willkürlicher Ergänzung der Beschreibung auf unsere Pflanze angewendet, besonders als die völlig unbegründete Aufnahme der Gouanschen Art in seine Synonymie und die Änderung des Gattungsnamens in *Apargia* erfolgt war: Host (1797, 423) und besonders Willdenow (1804, 1547). So wurde die Alpenpflanze wenig später von Hoppe in dem bekannten Abbildungswerk von Sturm (1814) unter dem Namen „*Apargia alpina* Host" ziemlich kenntlich wiedergegeben.

1831 beschrieb nun Mérat (1831, 108) eine fast unbeachtet gebliebene [1]) neue Art der Gattung *Leontodon*, von der er angab, daß sie in den Herbarien mit anderen Arten „sous le nom de *squammosum*" zu finden wäre. Die Beschreibung lautet:

> *Leontodon helveticum*, N. — Hampe uniflore, ferme, dressée, glabre, un peu écailleuse au sommet; feuilles ovales, hispides, à poils courts, simples. ♃? Cette petite plante, qui ne s'élève guère au-delà de 2 à 3 pouces, est souvent prise pour l'espèce suivante — („*Leontodon squammosum*, L.?" ... W.) —. Elle croit sur les hautes montagnes. On nous l'a envoyée de la Suisse.

Mérat hat wohl eine niedrige Hochgebirgsform der Alpensippe mit dichtbehaarten Blättern vor sich gehabt und hat diese sowohl von der gewöhnlichen Form der Alpensippe als auch von der Pyrenäensippe unterscheiden wollen. Wenn auch die von Mérat hervorgehobenen Unterschiede heute gewiß nicht mehr als wesentliche Artunterschiede gewertet werden können, so spricht doch kaum etwas dagegen, den rechtsgültig veröffentlichten Namen *helveticus* — *Leontodon* ist nach den Nom. Reg. Art. 72/2 als Masculinum zu behandeln — in entsprechend erweitertem Umfang für die Alpensippe beizubehalten. Deren Benennung hätte also zu lauten: *Leontodon helveticus* Mérat (1831), emend. Widder.

Es wäre von Interesse gewesen, den Urbeleg (Typus) dieser Art aufzufinden. Das Herbar von Mérat wurde nach de Candolle (1880, 433) an Maille verkauft, dessen Nachlaß an verschiedene Herbarien aufgeteilt wurde. Eine Nachfrage in Kew auf Grund der Angaben eines Verzeichnisses (1899, 173) ergab, daß sich dort kein Urbeleg befindet. Auch in anderen Herbarien (Berlin, Brüssel, Paris, Wien, Zürich) waren meine Nachforschungen vergeblich.

Da somit der älteste Artname der Alpensippe festgestellt ist, erübrigt sich an dieser Stelle ein Eingehen auf die folgenden Namen, die in der vollständigen Synonymie zusammengestellt werden sollen, die später im Rahmen einer monographischen Darstellung erscheinen soll.

* * *

[1]) Der Index Kewensis nennt sie als glattes Synonym seines *L.* „*pyrenaicus*".

Während meines Aufenthaltes in der Schweiz suchte ich vor allem auch dort den Abänderungsspielraum des *L. helveticus* zu erfassen, über den ich hinsichtlich der westalpinen Vorkommnisse bisher nur nach Herbarpflanzen in Umrissen unterrichtet war. Meine ausgedehnten Lebendbeobachtungen in den Ostalpen wurden dadurch vollauf bestätigt. Es ergibt sich daher im allgemeinen folgendes Bild.

Im Wuchs gibt es von hochwüchsigen, 20 bis 23 cm, ja bis 50 cm hohen Pflanzen der Waldränder und Karfluren alle Übergänge bis zu Zwergen von nur 6 bis 5 bis 1 cm Höhe. Erstere sind als var. *major* (Chenevard sub *L. pyrenaico*), letztere als f. *minor* (Binz sub *L. pyr.*) und var. *cadubricus* (Pampanini sub *L. pyr.*) beschrieben worden. Kulturversuche haben gezeigt, daß diese Formen je nach den Kulturbedingungen nach Belieben hervorgerufen werden können. Ob es nicht doch z. B. auch erbliche Zwerge gibt, ist damit natürlich keineswegs widerlegt. Doch sind sie bisher noch nicht aufgefunden worden.

Die mindestens ebenso auffallenden, jedoch ohne irgendwelche Grenzen am selben Fundort und manchmal sogar an verschiedenen Jahrestrieben derselben Pflanze ineinander übergehenden Behaarungsunterschiede der Laubblätter haben gleichfalls oft zu „Varietäts"- und „Form"bezeichnungen Anlaß gegeben. Mehr oder weniger behaartblättrige Pflanzen sind als var. *hirtifolia* (Beauverd), var. *villosa* (Beauverd), f. *pubescens* (Vaccari), f. *hispidus* (Beck) bezeichnet worden, kahlblättrige als var. *glabra* (Beauverd), f. *Sommieri* (Vaccari), f. *glaber* (Beck): alle sub *L. pyrenaico*!

Ebenso haben vielschäftige und gabelschäftige Pflanzen, verschiedene Blattformen, stärker ausgeprägte Randzähnung usw. mitunter eigene Namen hervorgerufen. Alle diese Abänderungen eigens zu benennen, kann ich derzeit nicht für notwendig halten.

Die leuchtend goldgelbe Blumenkrone ist auch an den Randblüten niemals unterseits violett, rot oder graugrün gestreift, ein Merkmal, das für die Unterscheidung von ähnlichen Hochgebirgsformen des *L. autumnalis* L. zu beachten ist. *L. pyrenaicus* f. *aurantiacus* (Waldst. et Kit. ex Willd.) Koch ist ursprünglich nur der gänzlich verkannte *L. croceus* Haenke gewesen, eine gar nicht in die nächste Verwandtschaft des *L. helveticus* gehörige Art. Später wurde diese Form- oder Varietätsbezeichnung irrtümlich auch auf einzelne Pflanzen des *L. helveticus* bezogen, die den Beobachtern etwas dunkler gold-

gelb gefärbte Blumenkronen zu besitzen schienen. Auffallend ist nur die f. *sulfureus* (Thell.) Widd. [1]), deren Kronenfarbe etwa dem blassen Gelb des *Hieracium pilosella* und *auricula* entspricht. Diese Form wurde bisher nur ob Zermatt und auf der Koralpe je einmal gefunden.

Es braucht schließlich wohl nicht näher ausgeführt zu werden, daß die Köpfchenknospen des *L. helveticus* unter gewöhnlichen Verhältnissen stets aufrecht sind, also niemals nach Art der Knospen des *L. hispidus* L. überhängen. Diese seinerzeit von Widder (1931) für *L. „pyrenaicus"* i. w. S. unter Widerlegung der bezüglichen unrichtigen Angaben des Schrifttums eingehend erörterte Tatsache konnte an allen daraufhin untersuchten Pflanzen der verschiedensten Schweizer Fundstellen immer wieder von neuem bestätigt werden.

Zusammenfassung:

Leontodon pyrenaicus auct. umfaßt *Leontodon pyrenaicus* Gouan der Pyrenäen und *Leontodon helveticus* Mérat emend. Widder der Alpen und angrenzenden Gebirge. Alle Angaben über das Vorkommen dieser Arten außerhalb der genannten Gebiete haben sich als unrichtig erwiesen.

[1]) *Leontodon helveticus* f. *sulfureus* (Thell.) Widd. = *L. pyrenaicus* f. *sulfureus* Thellung (1922, 7). Typus: Zermatt, Theodul-Weg jenseits des Furggbaches, 2300 m; 12. Aug. 1922 (Thellung, Herb. Bot. Mus. Univ. Zürich).

Schriftenverzeichnis.

De Candolle (1880): La Phytographie, Paris.
Eichler-Gradmann-Meigen (1905): Ergebn. d. pflanzengeogr. Durchforsch. v. Württemberg, Baden u. Hohenzollern, I. Beil. zu Jahresh.Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, **61.**
Gouan (1773): Illustr. et observat. bot. Tiguri.
Hegi (1928): Illustr. Flora v. Mitteleuropa, VI/2. Wien.
Host (1797): Synopsis plant. in Austria ... cresc. Vindobonae.
Jacquin (1773): Florae Austriacae Icones, I. Viennae.
Jerosch (1903): Geschichte u. Herkunft d. schweiz. Alpenflora. Leipzig.
Lamarck (1789): Encyclop. method. botanique, VIII. Paris.
Lasègue (1845): Musée bot. de M. Benjamin Delessert. Paris.
Mérat (1831): Examen des genres *Apargia* et *Thrincia* ... Ann. sc. nat., **22.**
Schinz u. Thellung (1914): Flora d. Schweiz, II. Krit. Flora, 3. Aufl. Zürich.
Schröter (1926): Das Pflanzenleben d. Alpen. 2. Aufl. Zürich.
Sturm (1814): Deutschl. Flora in Abb., I. Abt., 37. Heft. Nürnberg.
Thellung (1922): Herborisations à Zermatt (Valais) en juillet-août 1922. Le Monde des Plantes, **23,** No. 24—139.
Verzeichnis (1899): Verzeichnis der in d. bot. Museen u. größ. Herbar. enthalt. Sammlungen. Deutsch. Bot. Kalender 1899, VI.
Vierhapper (1924): Über endem. Alpenpflanzen. Der Alpenfreund, Jg. 1924.
Widder (1927): Beitr. z. Kenntn. d. Gatt. *Leontodon*, I. Öst. Bot. Ztschr. **76.**
Widder (1931): Beitr. z. Kenntn. d. Gatt. *Leontodon*, II. Öst. Bot. Ztschr. **80.**
Willdenow (1804): C. Linnaei Spec. plant., Edit. 4., III/3. Berolini.

DAS HOCHMOOR VON ETZELWIL

von *Paul Müller*, Schiltwald (Aargau)

Die vorliegende kleine Arbeit über das Etzelwiler Moor wurde im Herbst 1935 auf Anregung von Herrn Dr. H. Gamma begonnen.

Herr Dr. W. Lüdi, Direktor des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich, hatte die Freundlichkeit, uns hiebei seine Unterstützung in weitgehendem Maße zukommen zu lassen. So führte er uns gemeinsam in die Feldarbeiten ein und leitete die drei ersten Bohrungen persönlich. In den darauffolgenden Weihnachtsferien durften wir unter seiner Leitung die nötigen Laborarbeiten im Institut in Zürich besorgen, und gleichzeitig wurden wir von ihm mit der Pollenanalyse vertraut gemacht.

Bei aufkommenden Schwierigkeiten im Bestimmen unsicherer Pollen hat sich uns Herr Dr. V. Vareschi, Assistent am Institut, in liebenswürdiger Weise fortwährend zur Verfügung gehalten.

Leider mußte bald nach unserem Aufenthalt im Institut Herr Dr. Gamma von der weiteren Mitarbeit zurücktreten.

Den erwähnten Herren spreche ich hiemit für alle ihre mir gebotene Unterstützung meinen verbindlichsten Dank aus. Ganz besonders dankbar bin ich Herrn Prof. E. Rübel für die mir zuteil gewordene freundliche Aufnahme in seinem Institut.

Die Lage des Moores.

Im Kanton Luzern, am Schiltwald, ungefähr 500 Meter von der aargauischen Grenze entfernt, liegt im Gemeindebann Etzelwil das „Turben“- oder „Heubeerimoos“. Wohl seiner geringen Ausdehnung und abseitigen Lage wegen blieb es bis in die neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts so gut als unberührt, wurde von da an aber abgebaut, so daß wir heute von dem einstigen Hochmoor nur noch am Nordrand einen kleinen Überbleibsel mit einer Torftiefe von 160 bis 175 cm besitzen.

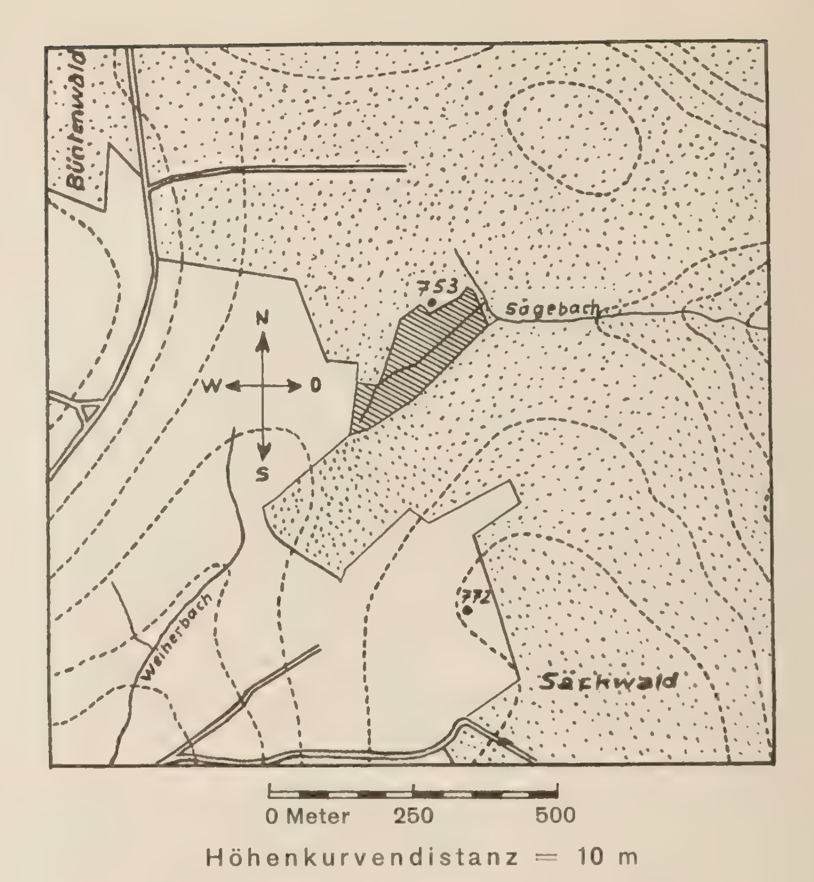


Abb. 1

Situationsplan des Etzelwilermooses

Schraffierte Fläche = offenes Moor
Punktierte Fläche = Wald
Leere Fläche = Wies- und Ackerland

Um einige seltenere Pflanzen, die immer noch auf dem Moore wachsen, zu erhalten, hat es die Naturschutzkommission Luzern vor zwei Jahren gepachtet und unter ihre Aufsicht gestellt. Die Auswirkung dieser Maßnahme zeigt sich bereits darin, daß die durch die Mahd niedergehaltenen Vaccinium uliginosum-Bestände überall wieder

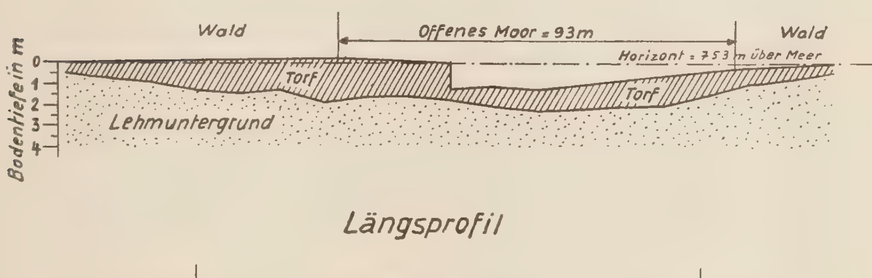
hochkommen und die Moosbeere (Oxycoccus quadripetalus) sich fast eilig über weite Strecken auszubreiten begonnen hat.

Erdgeschichtlich liegt das Moor ganz im Bereiche der letzteiszeitlichen Moränen, eingebettet in den etwa 400 Meter breiten Sattel zwischen dem Säckwald und dem Büntenwald, leicht gegen Osten geneigt, so daß es sich in den Sägebach entwässern kann (s. Abb. 1). Einen Abfluß nach Südwesten, zum Weiherbachtal, besitzt es nicht.

Seinen Untergrund bildet ein zäher, blauer Lehm, der keine oder nur ganz geringe Spuren von Kalkkarbonat aufweist.

Um ein genaues Bild von seiner Austiefung zu erhalten nahm ich ein Längen- und ein Querprofil auf (s. Abb. 2).

Querprofil



Längsprofil

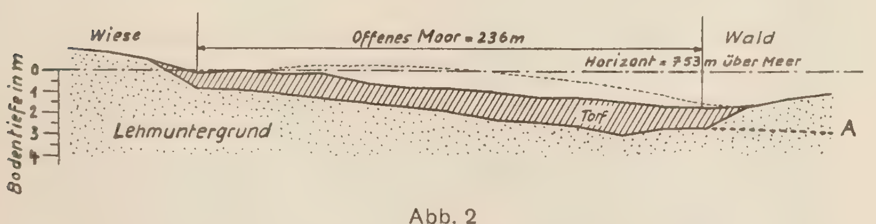


Abb. 2

Längs- und Querprofil durch das Etzelwilermoor
A = Sohle des ursprünglichen Abflusses

Die gewonnenen Profile zeigen, daß das Moor in einer ziemlich gleichmäßig mit 6,66‰ Gefälle gegen Osten abgleitenden Mulde liegt, die eine Länge von 280 m und eine Breite von 180 m besitzt und deren tiefste Stelle sich 2,90 m unter dem Horizont von 753 m befindet. Da es teilweise noch bewaldet ist, mißt seine offene Fläche nur ungefähr 1,60 ha.

Der entwicklungsgesetzliche Aufbau des Moores.

Ich habe bei meiner Untersuchung sowohl Bohrkerne als auch handgestochenen Torf benützt. Das beigegebene Pollendiagramm wurde aus einer handgestochenen, geschlossenen Torfziegelreihe gewonnen. Die übrigen zwölf aus Bohrkernen gezogenen Diagramme stimmen mit ihm weitgehend überein, aber ich mußte ihm, da es die verschiedenen Horizonte am gleichmäßigsten erschließt, den Vorzug geben.

Zur Bergung von Samen und Früchten wurden die Torfziegel durch sorgfältiges Spalten in dünne Schichten zerlegt, durch Zerfaserung und Zerbröckelung noch weiter geöffnet und hierauf mit der Lupe durchmustert. Dabei konnten unter anderem auffallende Mengen von Menyanthessamen, Blätter und Früchte der Moosbeere und namentlich auch Früchte von Carex inflata gefunden werden.

Zum gleichen Zwecke zerzupften und zerbröckelten wir größere Teile der Torfziegel in Glasschalen und übergossen sie mit stark verdünnter Salpetersäure und ließen sie etwa zwei Tage darin stehen. Nachher wurden die gelösten Humusteile durch Schlämmen vollständig entfernt, die Fossilien aus dem Rückstand herausgesucht und in destilliertem Wasser mit etwas Alkohol (1:4) in Glasröhrchen gut verschlossen aufgehoben.

Durch fortwährendes gegenseitiges Vergleichen unterstützten und ergänzten sich die beiden Verfahren auf das Beste.

Zum Vergleichen und Bestimmen der gefundenen Fossilien legte ich mir eine Sammlung rezenter Samen und Früchte an, die ich zum Teil den Herbarien des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich entnehmen durfte, anderenteils im Laufe des Sommers und Herbstes auf dem Moore sammelte und in einem Samenbrett unterbrachte.

Die aufgefundenen Holzüberreste von Erlen und Birken ließen sich zumeist nach den Rinden bestimmen. Von einigen wurden auch Schnitte hergestellt, die mit Schnitten aus rezentem Material verglichen und bestimmt werden konnten.

Die Tiefenuntersuchung hatte gezeigt, daß das Hochmoor über einer flachen, leicht geneigten Lehmmulde, die in der südöstlichen Ecke einen natürlichen Abfluß hatte, entstanden ist. Die anfängliche Vermutung, es sei aus einem kleinen stehenden Wasser hervorgegangen, mußte daher aufgegeben werden.

Auffällig ist nun aber die Tatsache, daß ganz beträchtliche Lehmeinschwemmungen nachweisbar noch während der ersten Tannenzeit stattgefunden haben und daß gleichzeitige, aber viel mächtigere Lehmablagerungen sich auch auf der nordöstlichen und nördlichen Abdachung des Schiltwaldes finden.

Zu ihrer Erklärung muß man annehmen, daß sich seit der beginnenden Tannenzeit und wohl schon seit früher das Klima im Sinne zunehmender Feuchtigkeit und vermehrter Niederschläge verändert habe. Bei anhaltendem Regenwetter bildeten sich immer wieder neue Trübwasser, die nach allen Richtungen den Tiefen und den Mulden zurieselten und zuflossen, wo sie ihren Schlamm absetzten.

Die Mulde begann zu versumpfen. Ein Flachmoor mit Erlenoberwuchs breitete sich aus, in das vorerst noch reichlich erdige Teilchen eingeschwemmt wurden, die sich mit den infolge der Übernässung nicht mehr völlig zersetzten Pflanzenresten vermischten.

Allem Anschein nach bestockte die *Erle* damals ziemlich die ganze Senke. In 1,15 bis 1,40 m Tiefe kamen nämlich zahlreiche, dem Lehm in Abständen von 5 bis 6 bis 9 m aufsitzende, mächtige Erlenwurzelstöcke zum Vorschein, deren Wurzeln noch so gut erhalten waren, daß man an ihrer Rinde deutlich die Atemzellen erkennen konnte.

Mit dem Hochkommen der Erle hörte gleichzeitig die Einschwemmung von Lehmteilchen langsam auf, und aus den Überresten verschiedener Pflanzen, die auf dem Boden des Bruchwaldes wuchsen, in der Hauptsache aber wohl aus Wurzeln, Fallaub und Reisern, bildete sich zunächst eine Schicht von soligenem Torf, das heißt von Torf, der vom Zuflußwasser aus dem festen mineralischen Boden der Umgebung bedingt war.

In der Folge nahm dann die Vernässung noch mehr zu, vermutlich deshalb, weil der natürliche Abfluß durch die beginnende Moorbildung allmählich verstopft worden war und das einfließende Wasser bleibend in der Mulde zurückgehalten wurde, so daß es vielleicht streckenweit darin sogar offen stand und sich Seggen wie *Carex inflata*, deren Samen gefunden wurden, in kleineren oder größeren Beständen ausbreiten konnten. Die Einwanderung von Sphagnum verursachte dann den Untergang des Bruchwaldes. In 90 cm Tiefe finden wir gewissermaßen seinen Friedhof in einer Schicht von aus-

gesprochenem Holztorf, der aus Überresten von Erlen-, vereinzelt auch *Birken*stämmen, -ästen und -zweigen besteht.

An die Stelle des Bruchwaldes trat ein ombrogenes Hochmoor. Die neu sich bildende etwa 30 cm hohe Torfschicht besteht in der Hauptsache aus Überresten von *Eriophorum vaginatum* mit sehr viel *Sphagnum* und bis zentimeterdicken Lagen von *Oxycoccus quadripetalus*.

In der darauffolgenden Schicht treffen wir neben Eriophorum vaginatum häufig auch Blatt- und Scheidenüberreste von *Carex inflata*, ebenso Früchte dieser Pflanze, nebst ganzen Nestern von *Menyanthes trifoliata*-Samen.

Oben verändert sich der Charakter des Torfes wieder. Der Torf wird sehr stark wurzelfilzig. Neben immer noch vorhandenen Überresten von *Eriophorum vaginatum* werden solche von *Carex inflata* häufiger; es finden sich außerdem Samen von *Peucedanum palustre*, *Ranunculus flammula*, *Potentilla erecta* und vereinzelt sogar sehr gut erhaltene Beeren von *Vaccinium Myrtillus*. Allem Anschein nach haben wir es jetzt mit einem Moor von niederen Seggen zu tun, das da und dort schon verheidet war, auf weite Strecken aber, wenigstens zeitweilig, wieder von Außenwasser überschwemmt wurde und sich darum hier in soligenem Wachstum befand.

In der obersten schwarzen, erdig-krümelig-trockenen, von zahlreichen rezenten Wurzeln durchsetzten Schicht finden sich vereinzelt immer noch *Menyanthes*samen, wenig Scheidenüberreste von *Eriophorum vaginatum*, Blätter von *Oxycoccus quadripetalus* und mehrere Samen von *Potentilla erecta*.

Mit dieser Schicht ist die Moorbildung offenbar überall zum Abschluß gelangt, und ist es auch anzunehmen, daß damals bereits alle Pflanzen darauf vorkamen, die es heute noch beherbergt.

Die gegenwärtige Flora.

Da beim Abbau seinerzeit die oberste, etwa spatentiefe Schicht jeweilen in die Torfgrube zurückgeworfen worden war, hatten sich die meisten ursprünglichen Pflanzen allmählich wieder erholen und wenigstens in Überresten erhalten können. In der Folge wurde das Moor dann allerdings noch durch einen bis auf den Lehmgrund ausgetieften Längsgraben und einige Seitengräben entwässert und zur

Streuegewinnung benützt. Die dadurch beförderte Austrocknung und die jeweilige Herbstmahd begünstigten mit der Zeit das Eindringen und Überhandnehmen von *Molinia coerulea*, so daß es davon heute stellenweise sehr stark bedrängt ist.

Außerdem weist es, besonders auf der linken Seite des Hauptgrabens Verheidungsanfänge auf, indem namentlich *Calluna vulgaris* aufgekommen ist und einige Cladonien sich eingemischt haben, so zum Beispiel *Cenomyce Floerkeana*, *Cenomyce pyxidata* und *Cladonia rangiferina*.

Von eigentlichen Sumpfpflanzen finden wir nicht mehr viel. In den Gräben flutet der gemeine Wasserstern *(Callitriche palustris)* mit dem Sumpfvergißmeinnicht *(Myosotis scorpioides)* und wächst spärlich der aufrechte Igelkolben *(Sparganium erectum)* mit dem wegerichähnlichen Froschlöffel *(Alisma plantago aquatica)*. Zwischen der flatterigen und der gliederblätterigen Simse *(Juncus effusus* und *Juncus articulatus)* und dem Sumpfschachtelhalm *(Equisetum palustre)* erhält sich außerdem noch der schildfrüchtige Ehrenpreis *(Veronica scutellata)*, der brennende Hahnenfuß *(Ranunculus flammula)* und das Sumpflabkraut *(Galium palustre)*. Hingegen konnte der Fieberklee *(Menyanthes trifoliata)*, dessen Samen in verschiedenen Schichten des Torfes reichlich gefunden wurden, nicht mehr festgestellt werden.

Im Vorsommer wird unsere Aufmerksamkeit zunächst auf die Moose gerichtet, welche um diese Zeit dem Moor eine eigentümlich goldig-warme Stimmung zu verleihen vermögen. Da sind vor allem einmal die Torfmoose: *Sphagnum medium*, *cymbifolium* und *recurvum*, von welchen besonders das erste in weißlichen, gelblichgrünen und rötlichen Polstern das Moor überall durchwebt. Weiter findet sich häufig *Aulacomnium palustre*, das aber selten fruchtet. An den Torfwänden wächst *Dicranella cerviculata* und auf verheidetem Boden konnte vereinzelt *Campylopus turfaceus* festgestellt werden. Die Hauptmasse der Moose aber wird unbedingt von der Gattung Polytrichum gebildet mit *Polytrichum gracile*, *juniperinum*, *strictum*, *attenuatum* und einer Zwischenform von *Polytrichum commune* und *perigoniale*.

Wenn im Frühling die Wiesen vor dem Walde längst grünen und blühen, liegt das Moor noch immer in winterlicher Ruhe. Endlich hängt das scheidige Wollgras *(Eriophorum vaginatum)* seine weißen Zotteln aus. Später erscheint auch *Eriophorum angustifolium* und

Luzula multiflora. Um diese Zeit, meistens anfangs Mai, findet man auch schon *Homogyne alpina* und die liebliche *Andromeda* in Blüte. Es folgen *Vaccinium myrtillus, uliginosum* und *Vitis idea* und zuletzt die zierliche vierkronblättrige Moosbeere *(Ocycoccus quadripetalus)*, welche streckenweise besonders die Sphagnumpolster überzieht, aber noch nie fruchtend gefunden werden konnte. Mit ihr sind dann auch schon die Seggen da: *Carex echinata*, in den Schlenken *Carex fusca*, in den Gräben *Carex inflata* und endlich noch *Carex canescens.*

Wieder etwas später entdecken wir *Comarum palustre* und *Epilobium palustre.* Der Wiesenknöterich *(Polygonum Bistorta)* blüht nur noch vereinzelt, dafür ist die Sumpfkratzdistel *(Cirsium palustre)* nun da und der Gilbweiderich *(Lysimachia vulgaris).* An zwei Stellen breitet sich zwischen Molinia und Calluna der keulenförmige Bärlapp *(Lycopodium clavatum)* über die Moospolster aus und zeigt bereits Ende Juli seine gabeligen Fruchtstände, wenn die Dolden des Sumpfhaarstranges *(Peucedanum palustre)* erscheinen.

Den Waldrand bilden vorzüglich Fichten *(Picea excelsa)*, vereinzelte Föhren *(Pinus silvestris)*, Tannen *(Abies alba)*, Erlen *(Alnus incana)* und Bastardbirken *(Betula pendula* und *pubescens)*, denen sich Gebüsche aus *Sorbus aucuparia, Frangula alnus* und *Salix aurita* einmischen. Vom Walde her dringen ins Moor vor die englische Brombeere *(Rubus nessensis)*, der Waldschachtelhalm *(Equisetum silvaticum)* und der Österreichische Schildfarn *(Dryopteris spinulosa).* Bis spät in den Herbst hinein blühen weiter noch der haarästige und der Hundswindhalm *(Agrostis capillaris* und *Agrostis canina)*, der gemeine Wachtelweizen *(Melampyrum vulgatum)* und die Tormentille *(Potentilla erecta).*

Ein Teil des Waldes, der heute die offene Moorfläche umschließt, stockt auf torfigem Moorboden. Vom ursprünglichen Wald ist nur noch ein kleiner Bestand von Erlen, Birken und Föhren erhalten. Der übrige Moorwald besteht, einige Überständer ausgenommen, aus künstlich gezogenen, offenbar zur gleichen Zeit gepflanzten, heute blühenden und fruchtenden, aber sehr ungleich entwickelten *Fichten* von meistens 15 bis 22 cm, stellenweise aber auch nur 10 bis 15 cm Brusthöhendurchmesser. Das Unterholz wird gebildet aus *Salix aurita, Frangula alnus* und *Heidelbeer*gestäude mit *Dryopteris austriaca* und stellenweise auch etwas *Eupteris aquilina.* Den Boden bedecken zahlreiche im Bülten-Schlenkenverband wachsende Moose: *Sphagnum*

cymbifolium und *squarrosum*, *Dicranum undulatum*, *Polytrichum attenuatum*, *Campylopus flexuosus*, *Hylocomium proliferum*, *Hypnum cupressiforme*, *Plagiothecium undulatum*, *Ptilium crista castrensis*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und *loreus* und *Entodon Schreberi*. An und auf Baumstrünken wachsen *Dicranum scorparium*. *Dicranum montanum* und *Georgia pellucida*.

Das Spektrum des Pollenniederschlages in der Gegenwart.

Das Etzelwilermoor ist heute noch zum Teil bewaldet, und seine offene Fläche wird auf dreieinhalb Seiten vom Wald umfaßt. Wie Baumstrünke und Stämme, die im angrenzenden Wiesengelände gefunden worden sind, beweisen, war es früher ganz vom Wald umschlossen, ja es war, wie wieder Holzfunde bezeugen, einmal sogar von Bäumen bewachsen. Es mußte daher zunächst untersucht werden, wie weit der angrenzende Wald die Blütenstaubeinstreuung einst beeinflußt haben könne, und wie hoch der regionale Pollenanteil darnach noch zu berechnen sei.

Wir dürfen dabei wohl annehmen, daß sich der Abfang, die Verbreitung und die Ablagerung des Pollens durch den Wind heute noch in der gleichen gesetzmäßigen Weise vollziehe wie in den Zeiten der Moorbildung.

Um mir ein möglichst von Nahwald unbeeinflußtes gegenwärtiges Pollenstreubild zu verschaffen, holte ich aus einem kleinen Sumpf bei Weiherbach, 1,5 km südlich vom Moor und 500 m vom nächsten Wald entfernt, Oberflächenproben, die ich aus verschiedenen Moospolstern genommen hatte, und stellte daraus einen Pollenauszug her. Die Auszählung der Pollen ergab in dreimaliger Durchsicht folgende Spektren:

Tabelle 1

	Pollenzahl	Pollenzahl	Pollenzahl	Durchschnittsprozente
Pinus	22	17	21	18
Picea	70	80	80	66
Abies	5	5	5	5
Alnus	2	0	1	1
Betula	0	2	1	1
Fagus	9	8	9	8
Quercus	3	0	1	1
Corylus	0	1	1	1

Nachdem wurde aus der Mitte unseres Moores an sechs verschiedenen Stellen aus lebhaftwachsenden Sphagnumpolstern ebenfalls Oberflächenmaterial gesammelt und aus jeder Probe ein besonderer Pollenauszug hergestellt. Die Auszählung der Pollen lieferte die folgenden Spektren:

Tabelle 2

	Pollenzahl	%	Pollenzahl	%	Pollenzahl	%	Pollenzahl	%	Pollenzahl	%	Pollenzahl	%	Gesamtdurchschnittsprozente
Pinus .	30	17	25	21	24	20	34	25	26	20	34	23	21
Picea .	127	71	76	63	77	66	85	64	80	62	95	63	65
Abies .	3	2	5	4	4	4	3	2	10	8	6	4	4
Alnus .	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Betula .	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1
Fagus .	8	5	9	8	11	9	8	6	8	6	10	7	7
Quercus	3	2	3	2	0	0	3	2	1	1	2	1	1
Corylus	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1

Vergleicht man die beiden Durchschnitte der Pollenanteilprozente miteinander, so findet man eine auffallend große Übereinstimmung. In der Moortabelle steht allerdings die Föhre um 3% höher und drückt damit die Fichte, Tanne und Buche um je 1% herunter. Diese Erhöhung rührt wahrscheinlich von den sechs Föhren her, die am Waldrand stehen. Abgesehen aber von dieser geringen Beeinflussung läßt sich feststellen, daß in den beiden Spektren ein eindeutiges Grundverhältnis der verschiedenen Pollenanteile zum Ausdruck gebracht ist, das wohl als regionales Pollenanteilverhältnis betrachtet werden kann.

Um noch zu prüfen, ob dieses Verhältnis auch innerhalb eines gleichartigen Baumbestandes, wie er etwa auf Mooren vorkommen kann, wo mit einer starken einseitigen Überstreuung gerechnet werden muß, zu finden sei, sammelte ich in einem etwas gelichteten Föhrengrund mitten im Wald auf der andern, nördlichen Seite des Moores in 1,2 km Entfernung nochmals Sphagnumproben, die ich verarbeitete.

Bei einer vorgängigen Durchmusterung des gewonnenen Pollenauszuges hatte es sich gezeigt, daß die Föhre im Spektrum, wie vermutet, sehr hoch stand. Ich ging daher beim Auszählen so vor, daß ich die Fichte auf 60 bis 70 Anteile steigen ließ. Stand sie dabei

wirklich im erwarteten Grundverhältnis zu den übrigen Pollenanteilen, so mußten sich diese, mit Ausnahme der Föhre, entsprechend einstellen.

Die dreimalige Auszählung ergab, wie aus der Tabelle III ersichtlich ist, daß die Föhre den ihr zukommenden Grundanteil von 18 % wie er im Spektrum von Weiherbach erscheint, etwa fünfmal übersteigt. Setzt man sie aber auf diesen zurück, dann erscheint sie mit den übrigen Anteilen ziemlich genau wieder im regionalen Grundverhältnis.

Tabelle 3

	Pollenzahl	Pollenzahl	Pollenzahl	Gesamtpollenzahl	Durchschnittsprozente	Überpollen
Pinus	108	120	121	349	18	98
Picea	66	68	69	203	67	—
Abies	4	3	4	11	4	—
Alnus	2	0	1	3	1	—
Betula	1	0	2	3	1	—
Fagus	8	7	7	22	8	—
Quercus	1	2	1	4	1	—
Corylus	1	0	2	3	1	—

Fast zu gleichen Ergebnissen gelangte ich bei der Untersuchung von Proben, die ich in einem von wenigen Föhren durchsetzten Buchenwald in 4 km Entfernung vom Moor sammelte. Auch da ließ, wie aus der Tabelle IV ersichtlich ist, das regionale Grundverhältnis sich leicht feststellen, wenn man die überstreuende Föhre und Buche auf den normalen Anteil brachte, der von der Föhre zweimal und von der Buche zehnmal überzählt wird.

Tabelle 4

	Pollenzahl	Pollenzahl	Pollenzahl	Gesamtpollenzahl	Durchschnittsprozente	Überpollen
Pinus	62	41	57	160	18	35
Picea	67	67	65	199	65	—
Abies	5	6	6	17	6	—
Alnus	1	1	1	3	1	—
Betula	2	1	1	4	1	—
Fagus	88	89	73	250	8	75
Quercus	2	0	2	4	1	—
Corylus	0	0	1	1	1	—

Das regionale Grundverhältnis findet sich also auch mitten im Walde, und wenn man es von einer bestimmten Region kennt, so kann man es auch unter überstreuenden Bäumen nachweisen. Man muß dabei aber darauf achten, daß man das Untersuchungsmaterial in einem Bestand von möglichst gleichartigen Bäumen sammelt, um zum vornherein genau zu wissen, woher ein Pollenmehr zu erwarten ist, damit man nachher den normalen Pollenanteil der betreffenden Baumart sowie ihre Überpollenzahl berechnen kann.

Bezeichnen wir die gefundene Gesamtpollenzahl des ausgezählten Waldspektrums mit GP, die Pollenzahl der mutmaßlich überstreuenden Baumart mit UP und deren regionalen Pollenanteil mit R, so finden wir ihren normalen Pollenanteil NP durch folgende Gleichung:

$$NP = \left(\frac{GP - UP}{100 - R}\right) \cdot R$$

und ihre Überpollenzahl erhalten wir, wenn wir NP von UP subtrahieren.

Für unsere nachfolgenden Untersuchungen ist es nun vor allem wichtig, zu wissen, daß sich das regionale Spektrum in sämtlichen Spektren, aus denen das Moordiagramm sich zusammensetzt, findet und ausgewertet werden kann, wenn man dabei die moorbewohnenden Baumarten wie Erle, Birke und Föhre, die unter Umständen sehr stark überstreuen können, gehörig berücksichtigt.

Einen höheren Wert erhält es aber erst dann, wenn wir es zum Wald, aus dem es stammt, in lebendige Beziehung bringen, indem wir festzustellen versuchen, in welchem prozentualen Verhältnis die einzelnen Baumarten nach Stämmen daran beteiligt sind, wenn wir also zum Beispiel für die Föhre erfahren können, wie viel Stammprozente ihren 18 Pollenprozenten im Spektrum entsprechen.

Es ist nun freilich nicht eben leicht, den genauen Stammanteil der im Blühalter stehenden verschiedenen Baumarten eines größeren Waldes zu berechnen, da in der Regel nur die Korporationsgemeinden Stammzählungen durchführen und dabei vielfach auch die noch nicht im Blühalter stehenden Jungbestände mit einrechnen. Stammzahlen aus Privatwaldungen sind kaum oder meistens gar nicht erhältlich. Für unser Untersuchungsgebiet, das sich ungefähr mit einem Radius von 4 km um das Moor herumlegt, stehen mir nur die Bestandaufnahmen der Korporationsgemeinden Etzelwil-Schlierbach mit

13 ha und Schmiedrued-Schiltwald mit 92 ha, also zusammen mit 105 ha Waldfläche zur Verfügung. Diese 105 ha machen aber von der vorhandenen Gesamtwaldfläche des Gebietes nur etwa 10% aus.

Tabelle 5

Holzart	Etzelwil 13 ha		Schmiedrued 92 ha		Regionales Pollen-Spektrum %	Stammanteile des Gesamtwaldes %	Ausgleich-Faktor
	Stammanteile	%	Stammanteile	%			
Pinus	36	0,2	958	2	18	3	0,166
Picea	9545	76	27199	62	66	76	1,15
Abies	2616	20,8	12427	28	5	5	1,0
Alnus	—	—	84	0,8	1	1,3	1,3
Betula	—	—	23	0,2	1	0,2	0,2
Fagus	334	3	2694	6	8	14	1,75
Quercus . . .	—	—	427	1	1	0,5	0,5
Corylus . . .	—	—	—	—	1	0,5	0,5
	12531	100	43812	100	100	100	—

Vergleichen wir die Stammanteilprozente der einzelnen Baumarten, wie sie aus der Zusammenstellung ersichtlich sind, mit den dazugehörigen Pollenprozenten des Grundspektrums, dann sind wir zunächst sehr überrascht, wie schlecht das Pollenspektrum den Wald eigentlich widerspiegelt. Die Föhre steht darin mit 18% viel zu hoch, die Buche mit 8% ebenfalls zu hoch und die Tanne mit 5% viel zu niedrig. Einzig die Fichte scheint sich im Gleichgewicht zu befinden.

Woher nun kommt es, daß sich der Wald in seinem Pollenstreubild so schlecht widerspiegelt?

Da ist vor allem einmal festzustellen, daß sich unter den gezählten Stämmen sehr viel Jungholz befindet, da sämtliche Bäume von 8 cm Brusthöhendurchmesser an gezählt worden sind. Dies gilt besonders für die Tanne, die noch bis vor kurzem bei allen Neuaufforstungen stark bevorzugt wurde, weil die früher gezogenen Fichtenbestände immer mehr unter der Rotfäule zu leiden hatten und Jahr für Jahr an Wert verloren. Diese jungen Tannenbestände nun zählen in den Stammanteilen zwar mit, treten aber, da sie noch nicht blühfähig sind, im Pollenspektrum nicht in Erscheinung, wodurch das Verhältnis zwischen Stammanteil und Pollenanteil sich zu Ungunsten

des letzten verschiebt. Im Gesamtwald, den die Fichte durchaus beherrscht, besitzt die blühkräftige Tanne heute noch kaum mehr als 5% Stammanteile und diese fallen ziemlich genau mit ihrem Pollenanteil zusammen.

Die Buche nimmt im Korporationswald ungefähr 4% Stammanteile für sich in Anspruch. Dazu kommen aber außerhalb der beiden Korporationswaldungen noch ungefähr 12,5 ha fast reine Bestände hinzu, so daß der Buche im Gesamtwald etwa 14% Stammanteile zugesprochen werden müssen.

Die Fichte erreicht im Korporationswald von Etzelwil 76%, in demjenigen von Schmiedrued 62% Stammanteile. Im Gesamtwald aber, der sich zum größten Teil in Privatbesitz befindet (der zur Gemeinde Etzelwil-Schlierbach gehörende Privatwald mißt etwa 250 ha), wurde die Fichte ganz besonders gehegt, und wir dürfen ihren Stammanteil daher ruhig auf 76% schätzen.

Die Föhre ist durch den ganzen Wald vertreten, ähnlich wie etwa die Buche, und kommt nur selten in kleinen Einzelbeständen vor. Ich schätze ihren Stammanteil im Gesamtwald auf etwa 3%.

Die Eiche wächst im Gesamtwald sehr zerstreut und kommt einzig am Rande unseres Untersuchungsgebietes in einem kleinen, fast reinen Bestand vor, aus welchem der verhältnismäßig hohe Stammanteil der Korporationsgemeinde Schmiedrued herrührt. Ich schätze ihren wirklichen Anteil am Gesamtwald nur etwa auf 0,5%.

Bei der Erle muß man beachten, daß nur ihre Bäume in den Stammanteilen zählen, nicht aber auch die häufigeren und recht blühkräftigen Stauden, die im Gebiet fast überall an Bächen und Waldrändern und besonders auch in manchen Jungholzbeständen vorkommen. Berücksichtigt man diese auch nur einigermaßen, so darf man den Stammanteil der Erle mindestens zu 1,3% annehmen.

Die Birke kann mit 0,2%, wie sie im Korporationswald von Schmiedrued erscheint, ziemlich richtig eingeschätzt sein.

Wenn wir jetzt den Stammanteil der einzelnen Arten neuerdings mit ihrem Pollenanteil vergleichen, so finden wir zwar immer noch keine glänzende Übereinstimmung, aber sie ist doch etwas besser geworden, als sie vorher war, und man kann vielleicht doch sagen, wenn man die Föhre unberücksichtigt läßt, daß das Grundspektrum den einstreuenden Gesamtwald im großen und ganzen richtig widerspiegelt.

Die Fehlerquellen, welche die weitere ungenaue Widerspiegelung verursachen und offenbar vor Jahrtausenden schon die nämlichen waren, die sie heute noch sind, kennt man zwar wohl in der Hauptsache als Fernpollen, verschiedene Blühhäufigkeit und ungleiche Pollenmengeerzeugung, allein sie scheinen mir noch nicht so erforscht, daß man sie mit Erfolg berücksichtigen könnte. Fernpollen beeinflussen übrigens das regionale Spektrum unseres Gebietes kaum.

Was nun aber die Fehlerquelle anbelangt, welcher die Föhre im Pollenspektrum zu hoch und die Buche zu niedrig erscheinen läßt, so darf ich vielleicht dazu bemerken, daß sie nicht einzig auf die verschiedene Blühhäufigkeit und ungleiche Pollenmengeerzeugung der beiden Baumarten zurückgeführt werden kann. Es kommt nämlich bei der Streuung nicht allein auf die Menge des erzeugten Pollens an, sondern vor allem darauf, wieviel davon als regionaler Anteil abgegeben wird. Im Föhrenflur-, bzw. im Buchenwaldspektrum haben wir die Gesamtpollenmenge der Föhre und Buche in regionale und Überpollenanteile getrennt, wobei die Überpollenanteile eigentlich nichts anderes darstellen, als Anteile der lokalen Sinkpollen. Dabei zeigt es sich nun, daß bei der Föhre auf zehn Sinkpollenanteile zwei, bei der Buche aber nur ein regionaler Anteil kommen. Die Föhre vermag also ihre Pollen doppelt günstiger auszustreuen als die Buche, der Wind fängt sie offenbar leichter ab als die Buchenpollen und verbreitet sie daher auch in größerer Menge. Woher kommt das? In erster Linie ist der Föhrenpollen nach seiner Gestalt flugfähiger als der Buchenpollen. Aber auch ein anderer Faktor ist zu berücksichtigen. Die Föhrenflur bzw. der Föhrenwald mit seinen bis hoch hinauf gereinigten Stämmen und den schirmförmigen Kronen bietet dem Wind die Möglichkeit, oben zwischen den Stämmen einzufallen und die Wipfel von unten her zu durchbrausen, wobei er den Blütenstaub emporzureißen und fortzutragen imstande ist. Die Buchen reinigen zwar ihre Stämme auch hoch hinauf, allein sie bilden nicht schirmförmige, sondern gewölbte Kronen, die zur Blütezeit bereits dicht belaubt sind. Die Luftmassen können infolgedessen nur von oben und von der Seite her wirken und pressen daher die Hauptmenge der Pollen in den Wald hinein, wo sie nachher absinkt.

Wir müssen jetzt, damit wir nachher die Spektren des Moordiagrammes in lebendigen Wald umrechnen können, noch den Ausgleichfaktor für die einzelnen Baumarten bestimmen.

Dieser Ausgleichfaktor drückt das Verhältnis aus, das besteht zwischen dem Stammanteil des regionalen Waldes und seinem Pollenanteil im Grundspektrum. Er beträgt zum Beispiel für die Föhre 3 : 18 = 0,166.

Wenn wir den im Grundspektrum aufgefundenen Pollenprozentwert einer Baumart mit ihrem Ausgleichfaktor multiplizieren, so erhalten wir die dazugehörigen Stammanteile. Sämtliche aus einem Spektrum errechneten Stammanteile müssen nachher wieder in Prozente umgerechnet werden. Selbstverständlich gilt dieser Ausgleichfaktor nur für die Region, aus welcher er errechnet worden ist und genauer genommen nur für die Gegenwart. Ein Analogieschluß in die jüngere Vergangenheit gibt aber vermutlich keine großen Fehler.

Das Moor-Pollendiagramm.

Aus dem beigegebenen Plan des Moores (Abb. 3) ist ersichtlich, daß im ganzen 12 Bohrungen ausgeführt worden sind, die sich ziemlich gleichmäßig über das Moor verteilen. Aus den gewonnenen Torfproben stellten wir in üblicher Weise die Pollenauszüge her und errechneten daraus die Diagramme. Das beigelegte Diagramm (Abb. 4) wurde, wie schon erwähnt, nachträglich aus einer von Hand gestochenen Torfziegelreihe gezogen. Sämtliche 13 Diagramme stimmen sehr gut miteinander überein und lassen deutlich einen einheitlich-gleichmäßigen Aufbau des Moores erkennen.

Bei der Untersuchung von Proben aus dem blauen Lehmuntergrund hatten sich keine Pollen feststellen lassen. Die ersten spärlichen Pollen von Linde, Tanne und Erle treten erst in der auf ihn folgenden gelbgefärbten Lehmschicht auf.

Wie ich im Abschnitt über den entwicklungsgeschichtlichen Aufbau des Moores schon früher nachgewiesen habe, wuchs die Erle auf dem Moore selber und ihre Kurve besitzt daher nur lokale Bedeutung. Sie steigt ziemlich rasch an und erreicht mit 79% Pollenanteilen ihren Höhepunkt. Plötzlich springt ihr die Sphagnumkurve entgegen, überschneidet sie und läuft bis über 100% ihrer Sporenanteile hinaus. Man sieht dabei fast, wie der Erlenwald unter dem eilig aufgekommenen Sphagnummoor in sich zusammensinkt und langsam abstirbt. Mit der Erlenkurve fällt auch die Sphagnumkurve wieder zurück; aber die Erle erholt sich nicht mehr. Sie bleibt allem Anschein

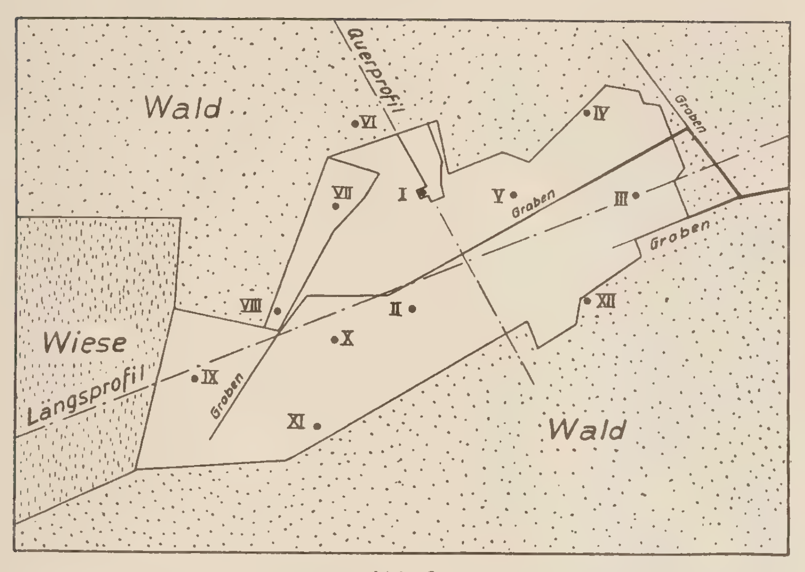


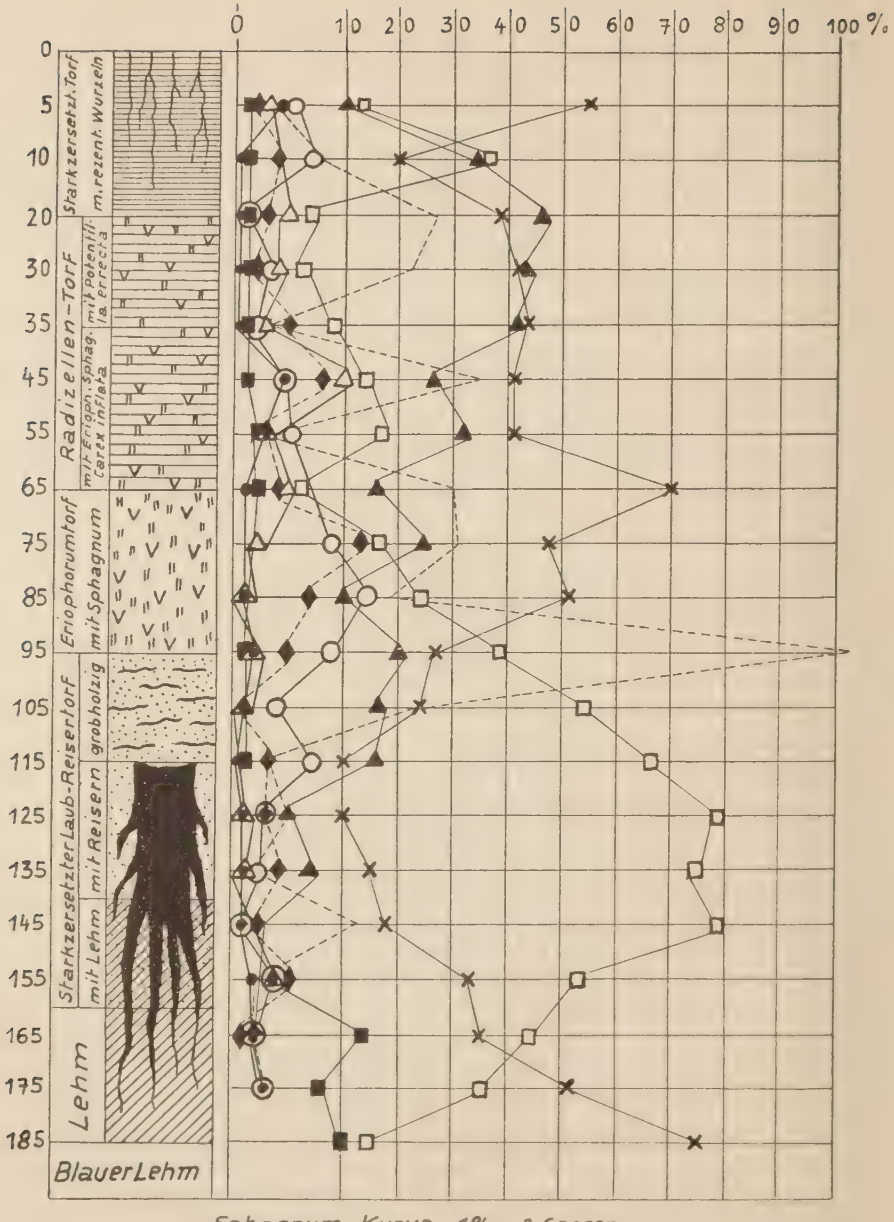
Abb. 3

Etzelwilermoos: Übersicht über die Bohrpunkte (Lateinische Ziffern)

nach von nun an mehr oder weniger auf den Rand des Moores beschränkt und erscheint nur noch einmal, kurz bevor das Hochmoor zu seinem Abschluß gelangt, als überstreuender Baum.

Mit 75 Anteilprozenten beginnt die Tanne ihre Kurve. Sie fällt rasch ab, ohne indessen ihre Vorherrschaft über die Buche, deren Pollen in 165 cm Tiefe erstmals vorkommen und deren Kurve von Anfang an ziemlich regelmäßig ansteigt, mehr als nur vorübergehend zu verlieren. So tritt zunächst deutlich eine längere Tannenzeit in Erscheinung, die erst weit oben von der Buche überwunden wird. Eine kurze Zeit dominiert dann diese, sinkt aber plötzlich rasch wieder zurück und verliert ihre Vorherrschaft nochmals an die Tanne, so daß auf eine kurze Buchenzeit wiederum eine Tannenzeit folgt. Wir haben also aufeinanderfolgend bei Ausschluß der Erle: Tannenzeit — Buchen-/Tannenzeit — Tannenzeit — Buchenzeit — Tannenzeit.

Im Unterteil des Diagrammes sinkt, wohl vom Eichenmischwald herkommend, die Lindenkurve von 13 Anteilprozenten plötzlich auf 4% ab, um hernach gänzlich zu verschwinden. Ulmenpollen konnten



● Pinus △ Picea × Abies □ Alnus ○ Betula ▲ Fagus
■ Eichenmischwald ◆ Corylus

Abb. 4

Das Pollendiagramm des Etzelwilermooses

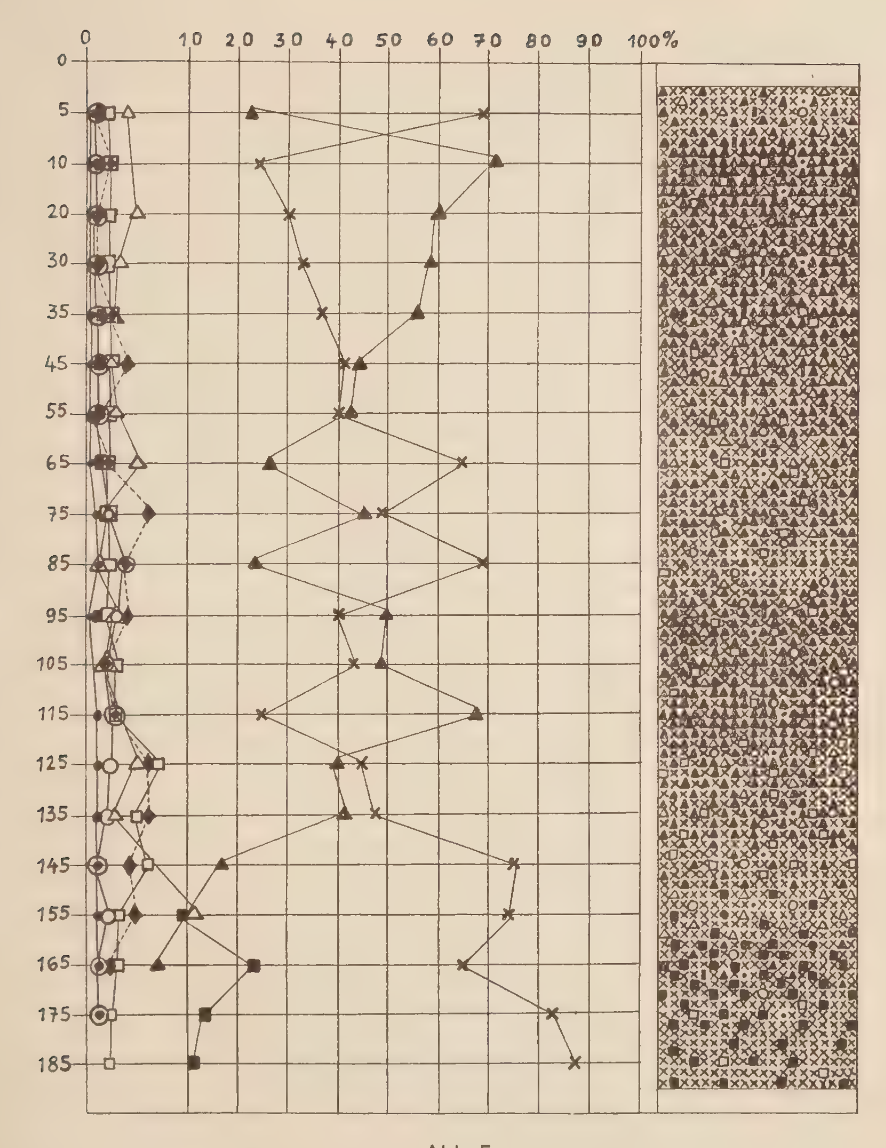


Abb. 5

Etzelwilermoor: Diagramm und Waldfolgebild des errechneten, mutmaßlich wirklichen Waldes

nur ganz vereinzelt festgestellt werden. Im übrigen hat sich vom Eichenmischwald nur die Eiche durch das ganze Profil hindurch mit 1% auf immer gleicher Höhe zu halten vermocht.

Die Fichte steigt, was sich besonders im Diagramm VII sehr schön zeigt, von ziemlich weit unten herkommend, langsam aber stetig an und erreicht am Schlusse sogar 13% Anteile. Da in diesem Diagramm der Nullpunkt 35 cm höher liegt als in unserm Diagramm, könnte seine oberste Schicht mit dem höheren Fichtenpollengehalt möglicherweise jünger sein.

Von den übrigen Bäumen springt nur die Birke einmal etwas stärker vor, und zwar um die Zeit des Erlenniederganges. Ihr lokaler Einfluß macht sich dabei aber nur sehr wenig geltend. Die Föhre, die sonst auch moorbewohnend auftritt, hält sich durchwegs auf 1%-Anteilen und steht einzig im Diagramm der Bohrung X höher, indem sie vorübergehend sogar bis auf 19% ansteigt. Wahrscheinlich wuchsen zeitweise auch vereinzelte Föhren auf dem Moor; im allgemeinen aber muß angenommen werden, daß sich sowohl die Föhre als auch die Birke nur an dessen Rand hielten.

Die Haselkurve verläuft fast parallel zu derjenigen der Birke und fällt gegen oben hin deutlich zurück.

Das Profil schließt sich damit wohl am besten an den von Werner Lüdi in seiner Studie über „Waldgeschichte und Klimaveränderungen" ausgeschiedenen Wauwilertyp an. Der Beginn der Moorbildung fiele damit in das ältere Pfahlbauneolithikum und das Ende in die La-Tène-Zeit.

Der mutmaßlich einstige wirkliche Wald.

Das Pollenstreubild vermittelt uns vom lebendigen regionalen Wald, aus welchem es stammt, nur ein ganz grobes Bild. Wollen wir uns daher eine genauere Vorstellung davon verschaffen, so müssen wir mit Hilfe des Ausgleichfaktors die einzelnen Baumarten aus den Pollenprozenten in Stammanteilprozente umrechnen, wobei wir annehmen, daß die Streuung und Ablagerung der verschiedenen Pollenarten vor Zeiten in der gleichen Weise vor sich gegangen ist, wie sie heute noch vor sich geht.

Das beigegebene Stammanteildiagramm und Waldfolgebild (Abb. 5) stellen eine solche Umrechnung dar und wollen uns den regionalen

Wald, der einst während vieler Jahrhunderte seine Pollen im Moor einlagerte, so wiederzugeben versuchen, wie er wirklich aussah.

Die Erle als rein lokale und wohl nur edaphisch bedingte Baumart wurde ausgeschieden und auf 1,3% Stammanteile gesetzt, was ungefähr ihrem heutigen Anteil entspricht.

Die Buche rückt entsprechend ihrem größeren Faktor kräftiger heraus und betont, wo sie die Herrschaft über die Tanne erreicht, diese jetzt viel eindeutiger als im Pollendiagramm.

Umgekehrt büßt die Tanne einiges von ihrer Vorherrschaft ein.

Klarer aus dem Restwald heraus tritt nun auch die Fichte. Sie nimmt gegen oben ungefähr die gleiche Stellung ein, welche im heutigen Wald der Tanne zukommt.

Die übrigen Baumarten erscheinen dagegen so weit zurückgedrängt, daß sie wohl während der ganzen Moorbildung neben Buche und Tanne ein ebenso bescheidenes Daseinsrecht besaßen, als sie es heute noch neben Buche und Fichte besitzen.

Für die Linde, die im Gebiet schon lange nicht mehr wild gefunden wird, konnte der Ausgleichsfaktor nicht bestimmt werden, ich setzte daher ihren Stammanteil dem Pollenanteil gleich.

Die Hasel, welche anfänglich mit 6% beteiligt ist, fällt nach oben allmählich bis auf 1% zurück und nähert sich so auch ihrem heutigen Anteil.

Die Wandlung des Klimaxwaldes aber tritt nicht viel anders in Erscheinung, als wie sie uns bereits aus dem Pollendiagramm bekannt ist, nur folgt jetzt auf die anfängliche Tannenzeit nicht eine Buchen-/Tannenzeit, sondern eine ausgesprochene Buchenzeit, so daß sich wellenförmig Tannenzeit — Buchenzeit — Tannenzeit — Buchenzeit — Tannenzeit aufeinander folgen.

Literatur-Verzeichnis

Härri, H.: Blütenstaubuntersuchung bei der bronzezeitlichen Siedlung Sumpf bei Zug. Zuger Neujahrsblatt **1929** (5 S.).

Keller, P.: Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizermooren und ihre florengeschichtliche Deutung. Veröff. Geobot. Institut Rübel in Zürich **5** 1928 (163 S.).

Kräusel, R.: Die paläobotanischen Untersuchungsmethoden. Jena 1929 (86 S.).

Lüdi, W.: Waldgeschichte und Klimaveränderungen im schweizerischen Mittellande während der jüngern Postglazialzeit. Vierteljahresschr. Naturf. Ges Zürich **80** 1935 (139—156)

Lüdi, W.: Die Methoden der Sukzessionsforschung in der Pflanzensoziologie. Handb. d. biolog. Arbeitsmeth. hg. von E. Abderhalden, Abt. **11** Teil 5 1930 (527–728).

Lüdi, W.: Die Waldgeschichte der Grimsel. Beih. Botan. Centralblatt **49** 1932 Ergänzungsband (190–226).

Mühlberg, F.: Geologische Karte der Umgebung des Hallwilersees und des oberen Sur- und Wynentales. Geolog. Spezialkarten, hg. von der Geolog. Komm. d. Schweiz. Naturf. Ges. Nr. 54 1910.

Müller, P.: Zur Flora des Hochmoores bei Etzelwil. Mitt. Naturf. Ges. Luzern **12** 1935 (L–LII).

Vareschi, V.: Pollenanalysen aus Gletschereis. Ber. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **1934** 1935 (81–99).

Zusammenfassung.

Der Verfasser untersuchte die Flora und die Bildungsgeschichte des kleinen, heute als Naturdenkmal geschützten Etzelwilermooses bei Schiltwald (Kt. Aargau). Heute ist es stark abgebaut. Die randlichen Teile sind zum Teil verheidet, zum Teil tragen sie gepflanzten, schlecht gedeihenden Picea-Wald. In den abgebauten Teilen erneuert sich das Hochmoor. Die Bildung des Moores begann in der Abies-Zeit (unterste Horizonte mit hohen Tilia-Werten) als Vermoorung einer flachen Mulde, zuerst als Alnus-Bruchwald und dann als Sphagnum-Moor. Während der Moorbildung herrschte im Walde der Umgebung die Tanne in zweimaligem Wechsel mit einer Buchendominanz. Das Ende der Moorbildung ist wahrscheinlich in die La-Tène-Zeit zu verlegen.

Durch Bestimmung des Pollenspektrums von Oberflächenproben und der prozentualen Waldzusammensetzung in der Gegenwart werden quantitative Beziehungen zwischen Pollenspektrum und Waldzusammensetzung festgestellt, die vom Verfasser zur Festlegung des Waldbildes auf die Vergangenheit übertragen werden. *Lüdi.*

DIE POLLENSEDIMENTATION IM DAVOSER-HOCHTALE

Von *Werner Lüdi*, Zürich

Das Geobotanische Institut Rübel führte in den Jahren 1934 und 1935 eine Untersuchung aus über die Verbreitung, das Blühen und die Pollenerzeugung der Heufieberpflanzen im Gebiete von Davos [1]). Zur Abrundung dieser Untersuchung wurde vom Frühling 1934 bis Herbst 1935 der Pollenniederschlag aus der Luft genauer verfolgt. Die Hauptwerte dieser Untersuchung sind bereits veröffentlicht worden, aber unter dem Gesichtspunkte des Heufieberproblems, so daß eine Zusammenfassung für die pollenstatistischen Fragen nicht ohne Interesse sein dürfte. Für die allgemeine Orientierung verweisen wir auf die eben genannte Arbeit.

Der Pollenniederschlag aus der Luft wurde in niedrigen Standgläsern von 127 cm² Querschnitt aufgefangen, während der Wintermonate in dem Außengefäß eines Regenmessers mit 200 cm² Auffangfläche. In die Schalen brachten wir etwas Glyzerin, und durch den sich ansammelnden Niederschlag erhielten wir oft eine beträchtliche Menge von Flüssigkeit. Die Auffanggefäße wurden auf der Dachterrasse des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums Davos aufgestellt. Wir möchten auch hier Herrn Thams, der die Kontrolle besorgte, sowie dem Direktor dieser Anstalt, Herrn Dr. W. Mörikofer, für die Förderung der Untersuchung unseren besten Dank aussprechen. Die Schalen wurden regelmäßig geleert, im Winter alle Monate einmal, während der Vegetationszeit in kürzeren, in ihrer Dauer je nach den Bedürfnissen unserer Untersuchung wechselnden Perioden. Dann wurde die Flüssigkeit zentrifugiert und ein Teil des Zentrifugates auf seinen Pollengehalt ausgezählt. Dr. V. Vareschi, damals Assistent am Geobotanischen Institut Rübel, arbeitete an den

[1]) Vgl. Werner Lüdi und Volkmar Vareschi: Die Verbreitung, das Blühen und der Pollenniederschlag der Heufieberpflanzen im Hochtale von Davos. Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel Zürich **1935** 1936 (47—112).

Tabelle 1. In Davos-Platz in den Jahren 1934–1935 pro 1 dm^2 Auffangfläche sedimentierte Pollen.

	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Tilia	Corylus	Salix	Fraxinus	Gramineen	Cyperaceen	Ericaceen	übrige Pollen (insektenblütige)
1934															
12. V. – 19. V.	53	–	88	–	18	–	–	–	–	–	18	71	18	–	106
19. V. – 26. V.	72	–	38	10	14	2	–	–	34	–	–	100	19	–	52
26. V. – 2. VI.	77	–	48	–	61	3	3	–	–	10	–	226	23	–	129
2. VI. – 9. VI.	185	–	67	–	138	–	–	–	–	–	–	330	18	–	107
9. VI. – 16. VI.	26	3	13	–	5	–	–	–	–	–	5	172	5	–	70
30. VI. – 7. VII.	7	–	171	–	–	–	–	–	–	–	–	274	2	–	30
7. VII. – 14. VII.	2	–	25	–	–	4	2	–	2	–	–	115	2	2	36
14. VII. – 21. VII.	–	–	7	–	–	–	–	–	–	–	–	78	2	2	11
21. VII. – 28. VII.	–	–	11	–	–	–	–	–	–	–	–	42	11	–	64
28. VII. – 4. VIII.	3	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	42	–	–	16
4. VIII. – 11. VIII.	–	–	4	–	–	2	–	–	–	–	–	14	–	4	6
11. VIII. – 18. VIII.	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	4	–	–	–
18. VIII. – 25. VIII.	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	7
25. VIII. – 1. IX.	6	–	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6
15. X. – 31. X.	4	–	2	–	–	–	–	–	–	2	–	19	2	–	15
31. X. – 30. XI.	9	–	4	–	–	–	–	–	–	2	–	65	–	–	7
30. XI. – 31. XII.	23	–	10	–	–	3	–	–	–	5	–	88	–	–	28
31. XII. – 31. I. 1935	–	–	2	–	3	–	2	2	–	–	–	22	–	2	10
Total 1934	468	3	502	10	239	14	7	2	36	19	23	1665	102	10	700
1935															
31. I. – 28. II.	4	–	7	–	–	–	–	–	15	–	–	4	–	–	–
28. II. – 31. III.	25	–	15	–	59	–	–	–	25	–	–	10	5	–	10
31. III. – 30. IV.	67	–	79	37	427	–	–	6	220	122	–	110	31	61	92
30. IV. – 15. V.	3	–	24	19	–	–	–	–	11	–	–	5	3	–	–
15. V. – 31. V.	42	–	151	68	25	–	–	–	–	25	–	76	25	–	51
31. V. – 15. VI.	113	–	901	123	266	–	10	10	–	41	–	399	72	286	1286
15. VI. – 6. VII.	126	6	397	–	19	13	–	–	–	19	–	403	19	6	189
6. VII. – 14. VII.	75	–	2363	–	30	15	–	–	–	–	–	5198	60	–	210
14. VII. – 18. VII.	–	–	630	–	–	–	–	–	–	–	–	7400	79	6771	79685
18. VII. – 19. VII.	–	–	84	–	5	–	–	–	–	–	–	258	10	–	92
19. VII. – 23. VII.	–	–	79	–	–	–	–	–	–	–	–	97	–	–	18
23. VII. – 24. VII.	4	–	8	–	–	–	–	–	–	–	–	130	–	–	32
24. VII. – 25. VII.	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	240	–	–	258
25. VII. – 29. VII.	–	–	122	–	–	–	–	–	–	–	–	452	22	55	1136
29. VII. – 5. VIII.	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25	1	2	45
5. VIII. – 12. VIII.	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	44	–	1	37
12. VIII. – 20. VIII.	–	–	43	–	–	–	–	–	–	–	–	43	–	–	107
20. VIII. – 26. VIII.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	139	–	13	94
Total 1935	460	6	4910	247	831	28	10	16	271	207		15033	327	7195	83342
Total 1934 und 1935	928	9	5412	257	1070	42	17	18	307	226	23	16698	429	7205	84042

Untersuchungen mit und führte namentlich die Auszählungen mit aller Sorgfalt durch. Alle Pollentypen, die erkennbar waren, gelangten gesondert zur Zählung. Aus der Summe der in einem Teil des Zentrifugates gezählten Pollen berechneten wir den Pollenniederschlag auf den dm² Auffangfläche, sowohl die Gesamtmenge für die ganze Periode als das Mittel für 24 Stunden. Der Methode haften mehrere Fehlerquellen an, so daß die Ergebnisse nur in den Hauptzügen, als grobe Annäherungswerte, gelten können. Namentlich können die selteneren Pollen bei dieser Art der Berechnung wesentlich über- oder unterrepräsentiert sein; sie bleiben aber doch innerhalb der ihnen zukommenden Größenklasse.

Die Tabelle 1 enthält die aus den Zentrifugaten berechneten Gesamtmengen der Pollen für die einzelnen Beobachtungsperioden, getrennt nach den Hauptgruppen. Wir führen die verschiedenen Baumpollenarten für sich auf, ferner als gesonderte Gruppen die Gramineen-, Cyperaceen- und Ericaceen-Pollen. Die übrigen Pollen, im wesentlichen die Gesamtmenge der insektenblütigen Pollen einschließend, fassen wir in eine Gruppe zusammen. Weiterhin haben wir eine graphische Zusammenstellung der monatlichen Gesamt-Pollenniederschläge gemacht (s. Abb. 1), wobei die Gruppe der insektenblütigen Pollen weggelassen wurde und ebenso diejenigen Baumpollen, die in zu geringer Menge vorhanden waren, um ein richtiges Kurvenbild zu ergeben. Um für die graphische Darstellung die monatlichen Gesamtsummen zu erhalten, bestimmten wir bei den Perioden, die auf zwei Monate übergreifen, die täglichen Mittelwerte und verteilten die Pollen nach der Zahl der Tage auf die beiden Monate. Die fehlenden Werte für die ersten 11 Tage des Mai 1934 sowie für die zweite Junihälfte 1934 wurden aus den anstoßenden Beobachtungsperioden interpoliert. Der Wert der zweiten Oktoberhälfte 1934 wurde auf den ganzen Oktober ausgedehnt. Den September 1934, von dem keine Messungen vorlagen, ließen wir ausfallen. Zur Ermöglichung der Darstellung der kleinen Pollensummen wurde die Skala für die Pollenwerte von 0 bis 100 in vergrößertem Maßstabe aufgetragen (7mal überhöht).

Tabelle und Kurve ergeben kein befriedigendes Bild. Die Pollenniederschläge zeigen Unregelmäßigkeiten und Widersprüche. Je kürzer die Perioden sind, desto größer erscheinen die Unregelmäßigkeiten. Von einer idealen Aufblühkurve, die von einem Minimalwert langsam

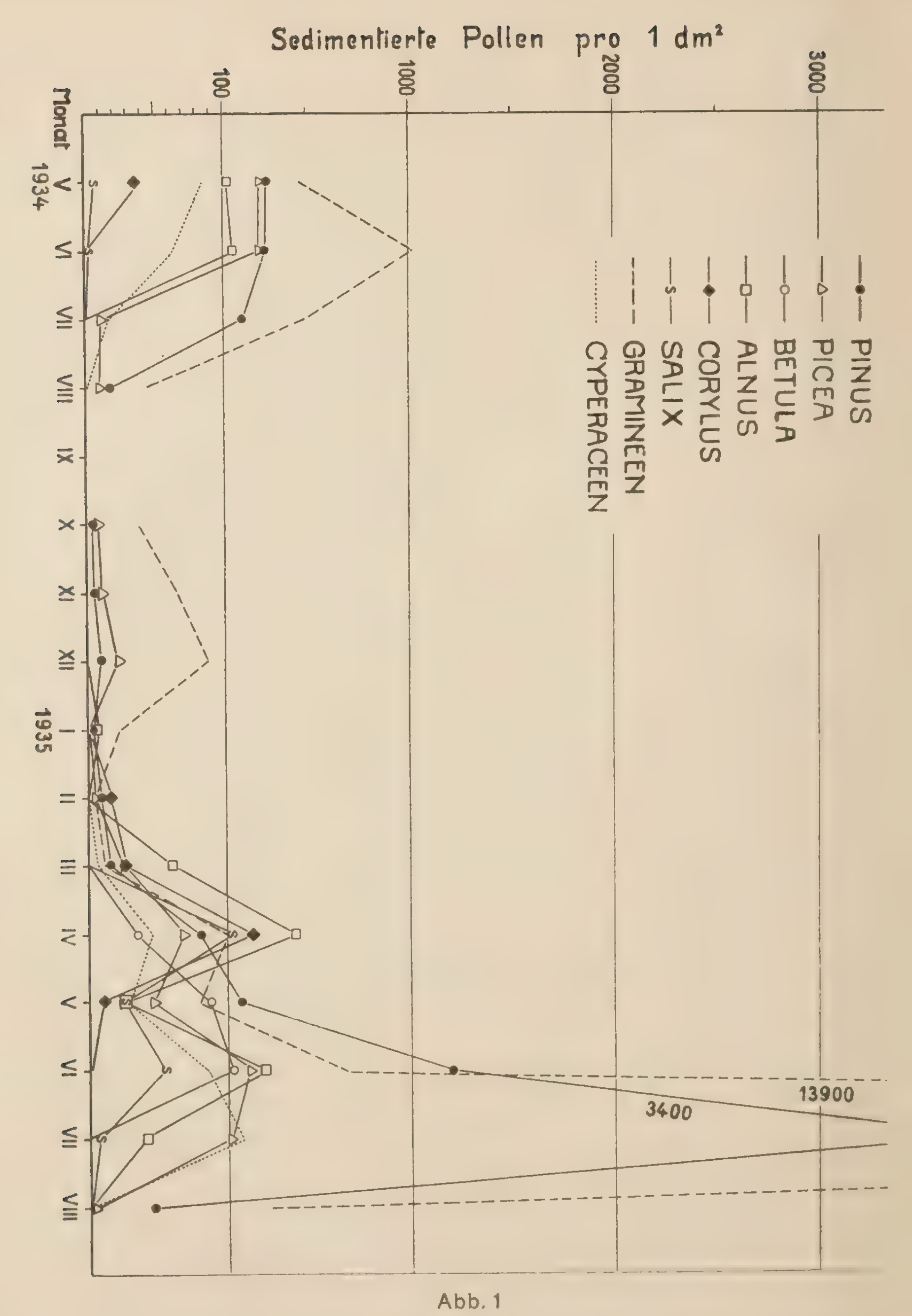


Abb. 1

Der Pollenniederschlag in Davos in den Jahren 1934/35, umgerechnet in monatliche Perioden

oder rasch zum Maximum ansteigt und wieder abfällt, ist keine Rede. Mehrere Maxima und Minima des Pollenniederschlages folgen sich. Sogar bei der Darstellung in monatlichen Sedimentationswerten sind die Kurven nicht ausgeglichen. Und vergleichen wir die beiden Beobachtungsjahre, so sind die Mehrzahl der Pollenniederschläge quantitativ in den beiden Jahren wesentlich verschieden und die Maxima zeitlich verschoben.

Die schönen Regelmäßigkeiten, die Franz Bertsch [1]) in seinen Pollenniederschlägen von Ravensburg erhalten hat, finden wir also in Davos nicht. Und doch sind verschiedene Gesetzmäßigkeiten da, die sich bei richtiger Deutung und Berücksichtigung der Fehlerquellen klar herausheben. Wir wollen zuerst die Pollenniederschläge näher betrachten.

Wir haben in allen Monaten des Jahres Pollenniederschläge erhalten, die aber starken qualitativen und quantitativen Schwankungen unterworfen waren. Das absolute Minimum des Niederschlages fällt in den Januar, das Maximum im Jahre 1934 in den Juni, das viel größere des Jahres 1935 in den Juli. Ein starker Abfall in der Pollenerzeugung tritt im August ein, und im September hört das Blühen in Davos im wesentlichen auf. Die Großzahl der Pollen des Septembers und wohl alle im Oktober bis Januar sedimentierten sind nicht frisch erzeugt und wohl im wesentlichen auch nicht primär nach langem Schweben aus der Luft abgesetzt (s. S. 120), sondern waren bereits früher sedimentiert und wurden durch die Winde neu aufgewirbelt und vertragen. Die Zunahme der Pollen, namentlich der Gramineenpollen im November und Dezember kann vielleicht mit dem Transport und Umlad des Bergheues in Zusammenhang gebracht werden. Die absolute Menge dieser Winterpollen ist so unbedeutend, daß schon kleine Zufälligkeiten sich stark fühlbar machen müssen.

Im Februar setzt die Sedimentation neugebildeter Pollen ein, und zwar erscheinen als erste die Pollen der Hasel (Corylus). Im März kommen neu hinzu Pollen von Alnus, der Cyperaceen und vielleicht auch solche der Gramineen. Auch die Pollen von Picea und Pinus nehmen an Zahl zu; hier handelt es sich wohl um letztjährige, bereits sedimentierte Pollen, die nach dem Abschmelzen des Schnees auf-

---

[1]) Franz Bertsch: Das Pfrunger Ried und seine Bedeutung für die Florengeschichte Südwestdeutschlands. Beih. Bot. Centralblatt **54** Abt. B 1935 (185—243).

gewirbelt werden. Im April finden wir das Maximum von Corylus, Alnus, Salix, viel Betula, eine starke Zunahme der Cyperaceen, Gramineen, Picea, Pinus und der Gruppe der übrigen Pollen. Ohne Zweifel treten jetzt die alten Pollen gegenüber den neuen ganz in den Hintergrund. Im Mai ist der Niederschlag von Corylus-Pollen beinahe beendigt, Alnus und Salix zeigen starke Abnahme; die übrigen Pollenarten bleiben wenig verändert oder nehmen zu, wobei die Werte des Jahres 1934 wesentlich höher sind als 1935. Im Juni erreicht der Niederschlag an Picea-Pollen sein Maximum; Alnus weist einen zweiten Gipfel auf; Betula, die 1934 beinahe keinen Pollen sedimentierte, erreicht 1935 beträchtliche Werte, die im Juni gipfeln; die Gramineen nehmen stark zu und erreichen 1934 in diesem Monat die maximalen Niederschläge. Auch die Cyperaceen und die übrigen Pollen nehmen zu. Die Pinuspollen stehen 1934 im Mai und Juni annähernd gleich hoch, gehen im Juli etwas zurück und fallen im August sehr stark ab.

Im Juli werden keine Betulapollen mehr sedimentiert; Alnus wird fertig; Picea nimmt stark ab; dagegen erreichen im Jahre 1935 den Höchstwert Pinus, die Cyperaceen, Gramineen und die insektenblütigen Pollen, letztere mit sehr hohen Werten. Im August ist der Niederschlag der Baumpollen bereits unbedeutend geworden, und die übrigen Pollen verhalten sich ähnlich. Ein deutliches Ansteigen zeigt um Mitte August des Jahres 1935 der Pollenniederschlag von Pinus. Wahrscheinlich handelt es sich hier um Pollen von Pinus cembra der hohen Lagen. Im wesentlichen geht die Blütezeit der Arten, die Pollen in den Luftraum abgeben, im August zu Ende.

Von Fagus, Abies, Fraxinus, Tilia, Quercus fanden sich nur gelegentlich ganz vereinzelte Pollen; eine zusammenhängende Kurve ließ sich für diese Arten nicht bilden.

Die insektenblütigen Pollen machen in der Gesamtsumme bedeutende Werte aus und dominieren sogar einmal. Wir haben nach den Pollenformen mehrere Gruppen unterschieden. Stets war reichlich und oft vorherrschend vorhanden der Caryophyllaceen-Typ. Der Compositen-Typ war ebenfalls sehr reichlich und bis in den Hochsommer hinein vertreten. Nur im Frühling traten die Compositen-Pollen an Zahl zurück trotz des massenhaft blühenden Taraxacum, dessen Pollen allem Anscheine nach durch den Wind nur in verschwindender Menge zur Vertragung gelangt. Ericaceen-Pollen fehlte

im allgemeinen, trat aber gelegentlich in großen Mengen auf. Im Sommer waren ferner zeitweise reichlich vorhanden Pollen der Umbelliferen und von Polygonum bistorta. Der ungeheure Pollenhaufen der Periode vom 14. bis 18. Juli 1935 setzte sich zum Hauptteile aus einem Pollen zusammen, der wahrscheinlich von Papaver nudicaule herstammte. Ferner fanden sich gelegentlich Pollen vom Galium-Typ, Ranunculaceen-Typ, Rosaceen-Typ, Trifolium-Typ.

Die Niederschläge von insektenblütigen Pollen dürfen nur mit aller Vorsicht und weitgehenden Vorbehalten ausgewertet werden. Diese Pollen können nämlich auch durch pollensammelnde Insekten, die in die Schalen fallen (und sich meistens wieder daraus retten können) eingeschleppt worden sein. Das scheint mir sicher zu stehen für das bereits erwähnte Maximum vom 14. bis 18. Juli. Die darin dominierenden Pollen von Papaver nudicaule und der Ericaceen finden sich in den unmittelbar vorausgehenden und nachfolgenden Perioden im Pollenniederschlag überhaupt nicht oder doch nur in verschwindenden Mengen, so daß sie bei der Zählung übersehen wurden. Andere insektenblütige Pollentypen verhalten sich in diesem Maximum ähnlich: Umbelliferen 4500, vorher 45, nachher 35, Polygonum bistorta 2500, vorher 0, nachher 12, Galium-Typ 700, vorher und nachher 0. Weniger gesteigert erscheinen Compositen-Pollen (315, vorher 45, nachher 30), wenig gesteigert die des Caryophyllaceen-Typ. In dieser Zusammensetzung des Pollenniederschlages sehen wir die auswählende Tätigkeit eines Insektes, vielleicht einer Biene. Auch das unvermittelt auftretende Maximum an Ericaceen-Pollen und übrigen insektenblütigen Pollen vom 31. Mai bis 15. Juni 1935 legt den Gedanken an eine zufällige Verunreinigung nahe. Vielleicht auch das Compositen-Maximum der Auffangschale von Weißfluhjoch vom 5. bis 11. August 1935.

Aber auch bei Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit, daß ein großer Teil des Pollens insektenblütiger Arten durch Insekten in unsere Auffangschalen eingeschleppt wurde, ist als sicher anzunehmen, daß eine bedeutende Menge insektenblütigen Pollens durch den Wind vertragen wurde, namentlich solcher von Compositen, Caryophyllaceen, Umbelliferen und von Polygonum bistorta, da diese Pollentypen mit Regelmäßigkeit und in kleinen Mengen in den Niederschlägen auftraten.

Die Unregelmäßigkeiten der Polleniederschläge im Laufe des Jahres haben verschiedene Ursachen. Wir haben bereits erwähnt, daß den Fehlern der zur Zählung angewandten Methode einige Bedeutung zukommt, besonders für die schwach repräsentierten Pollenarten und bei sehr großem Pollengehalt. In diesem Falle wurde nämlich nur ein kleiner Teil der ganzen Pollenmasse durchgezählt, und wenn dann von diesem Teil aufs Ganze gerechnet wurde, konnten die schwach vertretenen Pollen je nach dem Zufall ganz wesentlich unter- oder überrepräsentiert erscheinen. So ist wahrscheinlich das Cyperaceen-Pollen-Maximum vom Juli 1935 zufälliger Art, wobei auch Verwechslung dieser nicht immer leicht zu erkennenden Pollenart mitgewirkt haben kann. Im allgemeinen führen aber die Fehler der angewandten Untersuchungsmethode die Werte für die Polleniederschläge nicht über die ihnen wirklich zukommende Größenordnung hinaus.

Viel größer sind die Unregelmäßigkeiten, die auf verschiedene Faktorengruppen, welche Pollenerzeugung und Pollenvertragung beeinflussen, zurückzuführen sind. In erster Linie ist der Gesamtverlauf der Witterung zu nennen. Trockenes, sonniges Wetter begünstigt in unserem Klima das Blühen und ruft eine frühzeitige und starke Pollenstreuung hervor. Durch nasses oder auch durch kühles Wetter wird das Blühen verlangsamt, das Ausstäuben zurückgehalten, so daß der Polleniederschlag niedrige Werte ergibt. Erfolgt auf eine kurze Schlechtwetterperiode warmes, trockenes Wetter, so kann das Blühen die verlorene Zeit nachholen, und die Polleniederschlagskurve wird zwar starke Schwankungen aufweisen, ohne daß sich die Gesamtmenge der Pollen wesentlich verändert. Dauert aber das Schlechtwetter längere Zeit an oder wiederholt es sich in kurzen Zwischenräumen, so gelangt ein großer Teil der Blüten überhaupt nicht mehr zur normalen Entwicklung,und die gesamte Pollenerzeugung bleibt klein. Da die einzelnen Arten auf die Witterung verschieden reagieren, auch die gleiche Art verschieden beeinflußt wird je nach ihrer individuellen Entwicklung zur Zeit ungünstiger Einwirkungen, und da schließlich die Witterung von Jahr zu Jahr in veränderter Kombination auftritt, so ergibt sich schon nur aus diesen Faktoren die Erwartung einer großen und immer wieder veränderlichen Vielgestaltigkeit in der Pollenerzeugung und Pollenausstreuung der einzelnen Art.

Durch die Witterung wird in den höhern Lagen auch die jahreszeitliche Entwicklung der Vegetation als Ganzes stark beeinflußt, so daß die gleiche Art im einen Jahr früher, im andern später stäubt. Das Jahr 1934 war in Davos ein frühes Jahr, 1935 dagegen spät. Die Verspätung im Jahre 1935 war wesentlich durch andauerndes Schlechtwetter im Frühling hervorgerufen. Dieses Schlechtwetter hatte im Vorland und im Gebirge verschiedene Wirkung. Im Vorlande war die Verzögerung gering und die Beeinflussung durch das Schlechtwetter machte sich wahrscheinlich vor allem als Verkleinerung der Blühintensität und der Pollenstreuung geltend. Im Talboden von Davos dagegen, der in rund 1600 m Meereshöhe liegt, lag außergewöhnlich lange eine mächtige Schneeschicht, die erst Ende Mai wegging. Bis zu diesem Zeitpunkte war die Vegetationsentwicklung völlig unterbunden. Nach der Schneeschmelze ging sie aber sehr schnell vor sich, und begünstigt durch verhältnismäßig gutes Wetter erfolgte ein verspätetes, aber reiches Blühen im Juni und Juli. Das Blühen des Jahres 1934 erfolgte früher als 1934, wurde aber vom Wetter mehr geschädigt, so daß der Pollenniederschlag schwächer war.

Eine weitere Quelle von Unregelmäßigkeiten ist das aus inneren Gründen erfolgende, teilweise von der Witterung vorausgehender Jahre induzierte ungleich starke Blühen der Arten in verschiedenen Jahren. Manche Waldbäume weisen große Schwankungen in der Pollenerzeugung auf.

Erst vieljährige Summen des Pollenniederschlages können diese Unregelmäßigkeiten der Außeneinflüsse ausgleichen und stabile Mittelwerte abgeben.

Ferner ist bei der Beurteilung und Auswertung der Pollenniederschläge zu berücksichtigen, daß das, was wir als Pollenniederschlag des gleichen Typus registrieren, verschiedenen Spezies angehören kann oder von Pflanzen erzeugt sein kann, die in verschiedener Meereshöhe oder verschiedener Entfernung von der Beobachtungsstation wachsen. So kann die gleiche Pollenform einmal von einer frühblühenden Art, einmal von einer spätblühenden Art herstammen, einmal von einem tiefgelegenen einmal von einem hochgelegenen Standort, einmal aus der Nähe, einmal aus der Ferne mit andern klimatischen Verhältnissen.

Diese Erwägungen gelten in unseren Davoser Pollenniederschlägen in erster Linie für die folgenden Fälle:

Alnus: Zwei Arten kommen in Betracht, die Grauerle *(Alnus incana)* und die Grünerle *(Alnus viridis)*. Das erste Blühmaximum ist auf Alnus incana zurückzuführen, die dem Davoser Hochtale fehlt, im Prätigau dagegen sehr verbreitet ist, das zweite Maximum, im Juni, auf die Grünerlen des subalpinen Davoser Gebietes.

Pinus: Hier kommen drei Arten in Betracht: *Pinus montana*, die Bergföhre, bildet, vorwiegend in hochstämmiger Form, große Bestände an den beiden Ausgängen des Davoser Hochtales, am Nordausgang gegen das Prätigau (von Wolfgang-Laret gegen die Totalp) und am Südausgang in der Schlucht des Landwassers gegen Filisur (Zügen). *Pinus silvestris*, die Waldföhre, findet sich im Davoser Gebiet nur ganz vereinzelt. Sie bildet große Bestände im Rheintal bei Chur und geht in das Prätigau hinein, in dem sie aber mit der Entfernung vom Rheintale rasch spärlich wird. Ferner ist sie häufig am Südausgang des Davoser Hochtales, gegen Filisur hin, wo sie sich den Beständen von *Pinus montana arborea* beimischt, in den tieferen Lagen aber eigene Bestände bildet. Schließlich ist die Arve, *Pinus cembra*, zu erwähnen, die im Davoser Gebiete durch den obersten Waldgürtel zerstreut vorkommt, vor allem auf der linken Talseite. Das Aufblühen der Föhren geht im allgemeinen parallel der Höhenlage, so daß zuerst *Pinus silvestris* blüht, bedeutend später *Pinus montana* und am spätesten *Pinus cembra*. In den Frühlingsniederschlägen herrschen die kleinen Pinuspollen vor. Es ist aber etwas unsicher, aus den Größenverhältnissen der Pollen den Schluß auf *Pinus silvestris* zu ziehen, obschon diese Art im allgemeinen etwas kleinere Pollen besitzt als *Pinus montana*. Dagegen waren in den Pinus-Pollenniederschlägen des Juli und August eine kleine Zahl von gut kenntlichen Arvenpollen vorhanden.

Salix: hochwüchsige Weiden finden sich in großer Menge im Prätigau, besonders auf den Alluvionen der Landquart und ebenso im Albulatal, wo sie im April und Mai blühen; im Talboden von Davos finden sie sich nur zerstreut, vor allem *Salix appendiculata*, die hoch in die subalpine Stufe hinaufgeht. Reichlicher sind die alpinen Weiden in einer größeren Zahl von Arten vorhanden, die im Juni und Juli blühen. So dürfen wir auch annehmen, daß das erste

Salix-Maximum durch Pollen aus dem Prätigau oder dem Albulatal erzeugt werde, das zweite durch Pollen aus dem Davoser Gebiet.

Wir kommen damit zu dem Problem des Ferntransportes der Pollen als störendem Faktor in der Beurteilung des Pollenniederschlages von Davos. Einblasung von Pollen der angrenzenden Gebiete in das Davoser Gebiet ist ohne Zweifel in bedeutendem Umfange vorhanden. So fehlt *Corylus*, dessen Pollen in den Frühlingsniederschlägen reichlich auftreten, dem Davoser Gebiete, und dieser Pollen muß aus dem Churer Rheintal oder dem unteren Prätigau oder Albulatale herstammen. Auch zeitlich wäre es unmöglich, daß dieser Strauch bereits im Februar in Davos oder in seiner näheren Umgebung blühen könnte. Die großen Corylus-Bestände, die notwendig sind, um den bedeutenden Coryluspollenniederschlag vom April 1935 zu erzeugen, finden sich erst im unteren Prätigau und im unteren Albulatal.

Die Pinuspollen erreichen in beiden Beobachtungsjahren zwei Maxima (1934 Mitte Mai und Anfang Juli; 1935 Ende Mai bis Anfang Juni und gegen Mitte Juli), die zwar im Monatsbild ausgeglichen sind. Das erste Maximum muß durch Pollen aus dem Churer Rheintal, dem untersten Prätigau oder dem Albulatal hervorgerufen worden sein *(Pinus silvestris)*, während das zweite und Hauptmaximum von den Beständen des Davoser Gebietes selber erzeugt wurde, vor allem von den Wäldern von Wolfgang *(Pinus montana)*.

Ebenso zeigen die Graspollen zwei Maxima (1934 Anfang Juni und Anfang Juli oder Ende Juni, 1935 erste Hälfte Juni und Mitte Juli). Durch Beobachtung wurde festgestellt, daß das Blühen der Gräser im Davoser Gebiete zur Zeit des ersten Graspollenmaximums noch klein war und in der Folge kontinuierlich zunahm, zuerst langsam, dann aber mit dem Aufblühen der Hauptgräser der Davoser Heuwiesen plötzlich zu einem hohen Maximalwerte anstieg, im Jahre 1934 um die Juni-Juli-Wende, im Jahre 1935 um Mitte Juli. Dieser Hochstand der Graspollenerzeugung dauerte nur etwa zwei Wochen; dann sank der Graspollenniederschlag auf einen geringen Wert. Die bedeutenden Graspollenwerte, die vor dem starken Aufblühen im Davoser Hochtale in den Pollenniederschlägen verzeichnet wurden, sind auf Ferntransport aus tieferen Lagen zurückzuführen. Diese ferntransportierten Pollen stammen während der ganzen Zeitperiode, entsprechend dem Höhersteigen des Grasblühens und der Heuernte aus

immer näheren Gebieten, und das Absinken der Werte zwischen dem ersten und zweiten Maximum ist wohl auf das Aufsteigen des Grasblühens über die heuwiesenarme Talstufe zwischen Klosters (resp. Filisur-Wiesen) und dem Davoser Talboden zurückzuführen.

Es ist wahrscheinlich, daß die Hauptmenge des ferntransportierten Pollens aus dem Prätigau stammt oder durch das Prätigau herbeigeführt wurde, aus dem bei gutem Wetter regelmäßig ein kräftiger Talwind nach Davos hinauf weht. Die Winde aus dem Albulatal sind viel weniger häufig und treten besonders als Regenwinde oder Fallwinde (Föhn) auf.

Zur Frage des Ferntransportes der Pollen gibt uns der Pollenniederschlag, den wir während der Monate Juli-August 1935 auf der Dachterrasse der Station Weißfluhjoch der Parsennbahn gesammelt haben, einen weiteren Beitrag (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2. Auf Weißfluhjoch (2670 m) vom 12. Juli bis 26. August 1935 pro dm² Auffangfläche sedimentierte Pollen.

	Picea	Pinus	Betula	Alnus	Salix	Gramineen	Cyperaceen	übrige Pollen (insektenblütige)
12.VII. – 20.VII.	—	63	14	—	—	230	21	161
20.VII. – 28.VII.	—	15	—	12	—	155	3	186
28.VII. – 5.VIII.	—	19	—	—	—	60	—	21
5.VIII. – 11.VIII.	14	44	—	—	—	222	14	618
11.VIII. – 20.VIII.	2	9	—	—	—	17	—	25
20.VIII. – 26.VIII.	6	13	—	—	6	150	—	156
Total	22	163	14	12	6	834	38	1167

Diese Station liegt mit 2670 m Meereshöhe rund 700 Meter über der Waldgrenze, die hier im wesentlichen von *Fichten* gebildet wird. Daneben finden sich im Gebiet der Waldgrenze auch *Larix*, *Pinus cembra* (beide mehr auf der anderen Talseite), *Pinus montana*, *Alnus viridis* (beide reichlich). Nachstehend geben wir die Gesamtzahlen der auf Weißfluhjoch sedimentierten Pollen und darunter die in der gleichen Beobachtungszeit in Davos beobachteten Werte:

	Baumpollen	Gramineen	Cyperaceen	insektenblüt. Pollen
Weißfluhjoch	217	834	38	1167
Davos-Platz	1811	10561	132	88423

Die Gesamtzahl der auf Weißfluhjoch sedimentierten Pollen ist also sehr viel kleiner als in Davos, und zwar bei den Baumpollen 9mal, bei den Gramineenpollen 12mal, bei den Cyperaceenpollen 3,5mal, bei den insektenblütigen Pollen 80mal.

In der näheren Umgebung von Weißfluhjoch, das in einem reinen Serpentinschuttgebiete liegt, dem jeglicher geschlossene Pflanzenwuchs fehlt, werden nur eine verschwindend kleine Menge von Pollen erzeugt, meist von dikotylen Hochgebirgsarten (besonders Caryophylaceen, Cruciferen, Ranunculaceen, Compositen). In einiger Entfernung von der Station (± 1 km) schließen sich Rasen an, an deren Aufbau den Cyperaceen ein sehr bedeutender Anteil zukommt, und die ganz allgemein ein schwaches Blühen aufweisen. Dadurch wird das starke Zurücktreten der Gras- und Baumpollen, die größtenteils durch aufsteigende Windströmungen aus den tieferen Lagen herauftransportiert werden müssen und das verhältnismäßig bedeutende Hervortreten der Cyperaceenpollen erklärt. Das Vortreten der insektenblütigen Pollen in Davos kann zufälliger Art sein (vgl. S. 113).

Innerhalb der Gesamtsumme der Baumpollen lassen sich zwischen Davos und Weißfluhjoch während der Weißfluhjoch-Beobachtungszeit wesentliche Unterschiede feststellen, wie aus der nachstehenden Zusammenstellung hervorgeht (Anteile der Pollenarten in Prozenten):

	Picea	Pinus	Betula	Alnus	Fagus
Weißfluhjoch	10	77	7	6	—
Davos-Platz	2	97	—	1	0,3

In beiden Spektren herrscht zwar Pinus bei weitem vor; aber es läßt sich daneben doch ein lokaler, jahreszeitlich bedingter Einschlag erkennen, indem die in der Nähe der Waldgrenze in der Beobachtungszeit blühenden Fichten, Birken und Erlen auf Weißfluhjoch stärker vertreten sind, die in der unmittelbaren Nähe von Davos noch blühende Föhre im Davoser Spektrum. In den der Beobachtungsstation Weißfluhjoch nächst gelegenen Holzbeständen ist die Föhre verhältnismäßig reichlich vertreten (Bergföhrenwälder unterhalb Totalp).

Für die Gramineenpollen läßt sich auch auf Weißfluhjoch ein doppeltes Maximum des Niederschlages erkennen: der erste Höchstwert liegt Mitte Juli, der zweite im August. Der erste Höchstwert ist als Ausstrahlung des großen Maximums im Davoser Talgebiet auf-

zufassen, das Augustmaximum, das durch eine Schlechtwetterperiode auseinandergerissen wurde, als lokale Erscheinung, als Folge des maximalen Aufblühens der Vegetation in den hochgelegenen Gebieten der alpinen Höhenstufe.

Wir stellten somit fest, daß eine bedeutende Menge von Baumpollen und Graspollen aus dem Davoser Talgebiet durch Luftströmungen nach Weißfluhjoch hinaufgetragen wurde. Das sind in vertikaler Richtung rund 1000 m.

Diese Beobachtungen bestätigen also die von V. Vareschi [1]) im Aletschgebiete und am Gepatsch-Ferner festgestellten Tatsachen. Auch mit den Ergebnissen, die über dem Flachlande mit Flugzeugen gefunden wurden, stehen sie in Übereinstimmung.

Kurzfristige Messungen in Davos zeigten, daß die Pollen in ihrer Hauptmenge in der Luft rasch sedimentieren und sich auch bei langen Schönwetterperioden nur wenig anreichern. Die ersten Niederschläge nach längeren Trockenperioden mit sehr starkem Blühen der Gräser zeigten verhältnismäßig wenig Pollen, und während Regenperioden sank die Pollensedimentation ganz allgemein auf einen niedrigen Wert. Für die eingehendere Darstellung der Verhältnisse sei auf die eingangs erwähnte Arbeit von Lüdi und Vareschi verwiesen.

Der Vergleich der Pollenniederschläge von Davos mit denjenigen, die Franz Bertsch im süddeutschen Hügellande, in Ravensburg, festgestellt hat (loc. cit. S. 221), ergibt für das Davoser Gebiet viel verwickeltere Verhältnisse. Die Niederschläge der einzelnen Baumpollen sind in Davos unregelmäßiger und ziehen sich über wesentlich längere Zeitperioden hin. Trotzdem Davos 1000 Meter höher liegt als Ravensburg, setzten die neuen Pollenniederschläge der meisten untersuchten Arten im Frühling wesentlich frühzeitiger ein und dauerten doch gegen den Herbst hin länger an. Ein völliges Aussetzen wurde in Davos nicht bemerkt. Die Ursache für diese Verschiedenheiten erblicken wir in dem Charakter des tief zertalten Hochgebirges und den daraus hervorgehenden Besonderheiten der Vegetation und der meteorologischen Verhältnisse: räumlich benachbart sehr verschiedene Höhenlagen und Expositionen mit ungleicher Blütezeit für die gleiche Spezies; ausgeprägte

[1]) V. Vareschi: Pollenanalysen aus Gletschereis. Ber. Geobot. Inst. Rübel **1934** 1935 (81—99). Id.: Blütenpollen im Gletschereis. Zeitschr. f. Gletscherkunde **23** 1935 (255—276).

Zonation der Vegetation; gleicher Pollentyp vertreten durch Arten mit ungleichen ökologischen Ansprüchen und ungleicher Höhenverbreitung; große Bedeutung von Lokalwinden, die einen ausgiebigen Weit- und Ferntransport von Pollen zur Folge haben; das Blühen stark störender Einfluß der Schlechtwetterlagen.

Ferner ist auch die absolute Größe des Pollenniederschlages in Davos viel kleiner als in Ravensburg: die von Bertsch im Jahre 1933 auf dem cm² Auffangfläche erhaltene Pollenmenge liegt in der Größenordnung, die wir in Davos auf dem dm² erhalten haben. Die Erklärung für diese kleinen Pollenniederschläge des Davoser Gebietes liegt vielleicht teilweise in der Waldlosigkeit des ausgedehnten Hinterlandes und teilweise darin, daß die Beobachtungsjahre in Davos schlechte Blühjahre waren, wie sie in Hochlagen häufig oder sogar weit vorwiegend auftreten. Genauere Beobachtungen darüber stehen uns aber nicht zur Verfügung.

Pollensedimentation und Waldbild.

Um das Pollenspektrum anschaulicher zu gestalten, haben wir den Pollenniederschlag noch nach der Methode der Pollenstatistik berechnet. Wir setzten für die Zeit vom Mai 1934 bis Januar 1935 und vom Februar 1935 bis August 1935 den Gesamtbetrag der Waldpollen (Picea, Abies, Pinus, Betula, Alnus, Fagus, Quercus, Tilia) gleich 100% und berechneten daraus die prozentualen Anteile der einzelnen Arten und ferner auf diese Gesamtzahl von 100% die Anteile der übrigen Arten oder Artengruppen, nämlich Corylus, Fraxinus, Salix, Gramineen, Cyperaceen, Ericaceen, insektenblütige Pollen. Die Ergebnisse stehen in Tabelle 3.

Tabelle 3.

Prozentuale Anteile der einzelnen Pollentypen im Pollenniederschlage von Davos, nach der Methode der Pollenstatistik berechnet

	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Tilia	Corylus	Fraxinus	Salix	Gramineen	Cyperaceen	Ericaceen	Übrige Pollen
V.1934 – I.1935	37,6	0,2	40,3	0,8	19,2	1,1	0,6	0,2	2,9	1,8	1,6	134	8	1	56
II.1935 – VIII.1935	7,0	0,1	75,4	3,8	12,8	0,4	0,2	0,3	4,6	—	3,2	231	5	123	1400
1934 u. 1935	12,0	0,2	69,8	3,3	13,8	0,5	0,2	0,2	4,0	0,3	2,9	215	5,5	93	1080

Bei der Betrachtung lassen wir die Werte für die insektenblütigen Pollen, als zu sehr vom Zufall beeinflußt, von vornherein weg. Aber auch bei den übrigen Pollentypen fallen uns die starken Schwankungen in den Werten der beiden Jahre sehr auf, insbesondere bei Picea. Wir haben bereits die Möglichkeiten, die solche Schwankungen in den Pollenniederschlägen erzeugen können, besprochen.

Dominant im Pollenniederschlag ist Pinus, dem in der Summe der beiden Jahre 70% der Baumpollen zukommen. Dann folgt mit 14% Alnus, 12% Picea. Alle übrigen Baumpollenarten machen zusammen nur wenige Prozent aus. Ulmuspollen wurde keiner gefunden.

Das Bild des heutigen Waldes, nach Stammzahl oder Flächendeckung der einzelnen Arten betrachtet, sieht ganz anders aus. Wir verzichten hier auf die Auswertung der Waldwirtschaftspläne, die nur Bäume von einer gewissen Größe an enthalten und in denen infolgedessen die Erlen fehlen, die Föhren zu niedrig angegeben sind und die Fichten überrepräsentiert erscheinen. Nach unserer Schätzung der Flächenbedeckung für das Davoser Gebiet von Laret bis Monstein geben wir Picea etwa 70 bis 75%, Pinus montana und Larix je etwa 10%, Pinus cembra und Alnus je etwa 3%. Betula und Salix nehmen weniger als 1% ein; Abies, Quercus, Tilia, Corylus fehlen dem Gebiete; Fraxinus ist gepflanzt und gelangt kaum zur Blüte.

Verglichen mit dem Anteil an der Waldfläche ist also im Pollenspektrum der Summe der beiden Jahre Picea etwa 6mal unterrepräsentiert, Pinus etwa 7mal und Alnus etwa 4- bis 5mal überrepräsentiert. Diese Unstimmigkeiten sind nicht ohne weiteres durch die verschieden starke Pollenerzeugung der betreffenden Arten zu erklären. Wir haben bei der Besprechung des Pollenniederschlages gesehen, daß ein Ferntransport der Pollen stattfinden muß. Ihm ist der beträchtliche Anteil der Coryluspollen und die Überrepräsentierung von Alnus zuzuschreiben. Für das Verhältnis von Picea zu Pinus ist die Sachlage verwickelter. Im benachbarten Prätigau, aus dem wahrscheinlich der meiste ferntransportierte Pollen herstammt, ist die Fichte ebenfalls Hauptwaldbaum, wie übrigens in ganz Mittelbünden. Die starke Pollenerzeugung der Föhre und die große Flugfähigkeit ihres Pollens helfen mit, ihre übernormale Vertretung im Pollenniederschlage zu erklären. Vor allem aber ist dafür die besondere Lage der Davoser Station in Betracht zu ziehen: nördlich von ihr, in der Richtung, aus der der Talwind bläst, stehen die Föhren-

wälder von Wolfgang, deren Pollen vom Talwind in erster Linie in die Siedlung Davos getragen wird. Aber trotz dieser besonderen Begünstigung der Föhre wären von der Fichte höhere Pollenwerte zu erwarten gewesen. Wahrscheinlich waren die Beobachtungsjahre für sie schlechte Blühjahre.

Auffallend in dem Pollenspektrum ist der geringe Anteil von Abies und Fagus, die im Prätigau sehr verbreitet sind und durch den Ferntransport ebenfalls in das Davoser Hochtal gelangen müssen. Faguspollen gilt wohl mit Recht als wenig flugfähig; Abiespollen dagegen wird sonst leicht über beträchtliche Strecken vertragen. Nun blühen allerdings diese beiden Arten viel weniger regelmäßig als etwa Pinus und Alnus; über ihr Blühen im Prätigau in den beiden Beobachtungsjahren sind uns aber keine Daten bekannt. Wie bereits früher erwähnt, ist der Arvenpollen spärlich gefunden worden; er ist wahrscheinlich, auf die Verbreitung der Arve im ganzen Talgebiet bezogen, im Pollenspektrum unterrepräsentiert. Die Arvenbestände sind auch im allgemeinen weit abgelegen im Hintergrunde der Seitentäler. Lärchenpollen wurde gar nicht beobachtet, obschon er bei einigermaßen regelmäßigem Auftreten kaum übersehen worden wäre.

Die starken Schwankungen im Pollenniederschlag der beiden sich folgenden Jahre zeigen, wie vorsichtig so kurzfristige Pollenniederschläge zur Feststellung der Beziehungen zwischen Waldbild und Pollenniederschlag ausgewertet werden müssen. Wir haben versucht, aus langsam wachsenden Moospolstern Pollenniederschläge zu erhalten, die innerhalb einer Anzahl von Jahren entstanden sind. Diesen Niederschlägen haftet der Mangel an, daß sie nicht mehr sicher den ursprünglichen Niederschlag wiedergeben, sondern daß Zersetzungsvorgänge eingetreten sein können. Wir haben drei solche Moosproben untersucht, die ich der Freundlichkeit von Dr. F. Heinis in Basel verdankte. Er hatte sie im Sommer 1936 gesammelt. Die erste Probe war ein Sphagnum-Polster und stammte aus dem kleinen Hochmoor Laret am nördlichen Ausgang aus dem Davoser Tal in 1540 m Höhe, mitten im Fichtenwalde gelegen. Das oberste, etwa 8 cm lange Stück des Polsters wurde abgeschnitten, mit Kalilauge aufgekocht, gründlich durchgeschüttelt, die Flüssigkeit zentrifugiert und dann auf den Pollengehalt untersucht. Das Zentrifugat war sehr pollenreich. Eine zweite Probe stammte aus dem Rhodoreto-Vaccinietum des Jakobshornes, östlich von Davos, in 2100 m Höhe, etwas

über der heutigen Waldgrenze gelegen. Dieses Hylocomien-Polster (besonders *Hylocomium Schreberi*) wurde auf gleiche Weise behandelt und erzeigte sich ebenfalls als pollenreich. Die dritte Probe war einem Schneetälchen (Arabidedum coeruleae mit Übergang zum Salicetum herbaceae) in einem weiten, offenen Schuttgebiete am Westhange des Davoser Schwarzhornes entnommen (2400 m), etwa 1,5 km nördlich von Weißfluhjoch. Das Polster gehörte zu *Dicranoweisia crispula*, war sehr dicht geschlossen, eng mit dem Mineralboden verwachsen und offenbar bereits ziemlich alt. Die Erde wurde sorgfältig entfernt und dann das Polster wie die übrigen Proben behandelt. Es war viel weniger pollenreich; doch ließen sich die nötigen Pollen ohne Schwierigkeit zählen. Die Pollenspektren dieser Proben finden sich in Tabelle 4.

Tabelle 4.

Pollenspektren von Moosproben aus dem Davosergebiet

	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Tilia	Corylus	Fraxinus	Salix	Gramineen	Cyperaceen	Ericaceen	übrige Pollen
Hochmoor, Laret, 1540 m	84	—	14	—	0,3	0,3	1	0,3	0,3	—	0,3	9	1	3	1
Rhodoreto-Vaccinietum, Jakobshorn, 2100 m	75	1	14	2	6	2	—	—	—	—	—	4	—	—	13
Schneetälchen, Davoser Schwarzhorn 2100 m	65	2	32	—	0,5	—	0,5	—	—	—	1	1	—	—	2

Sie weisen alle den gleichen Charakter auf: Picea-Dominanz, am ausgeprägtesten in Laret und nach oben hin etwas abnehmend. Neben Picea noch beträchtliche Werte von Pinus, die sich für die beiden aus tieferen Lagen stammenden Proben nicht weit vom regionalen Anteil der Föhre am Waldbilde entfernen, für die Hochlage aber wesentlich zu groß wird. Am meisten nähert sich in den Prozentzahlen der einzelnen Waldpollen die Probe aus dem Rhodoreto-Vaccinietum dem Anteil der verschiedenen Baumarten an der Zusammensetzung der Wälder des Gebietes. Wenn wir berücksichtigen, daß die Lärche wegfällt, so können wir die Übereinstimmung sogar als sehr gut bezeichnen.

Im einzelnen ergeben sich bei der Betrachtung der Spektren dieser Oberflächenproben einige interessante

Gesichtspunkte. Im Spektrum von Laret ist auffallend das starke Zurücktreten von Pinus, trotzdem die Pinuswälder von Wolfgang nur 1 bis 2 km entfernt sind. Dies ist ein schöner Beweis dafür, daß hauptsächlich der Talwind aus dem Prätigau diesen Föhrenpollen verträgt: Laret liegt nördlich von Wolfgang, so daß der Talwind zuerst über Laret streicht, dann über die Föhrenwälder und weiter gegen Davos hin, wo er die Föhrenpollen wieder absetzt und das große Föhrenmaximum erzeugt. Es ist sogar wahrscheinlich, daß der Talwind über Laret auch sehr wenig aus dem Prätigau mitgebrachte Pollen absetzt, sondern diese weiter über die Wasserscheide mit sich trägt, um sie erst im Davoser Tale, wo er an Stärke abnimmt und sich langsam auflöst, fallen zu lassen. Deshalb fehlt in den Lareter Oberflächenproben die Tanne und erreichen Erle, Buche und Hasel so geringe Werte.

Paul Keller [1]) hat in dem Moor von Laret, in einem Mooranflug bei Wolfgang und in einem solchen bei Frauenkirch je ein Moorprofil pollenanalytisch durchgearbeitet. Der oberste Horizont von Laret weist Picea-Dominanz mit hohem Pinuswert auf; in Wolfgang dominiert Pinus, bei hohem Piceawert, und in Frauenkirch, das etwa 8 km südlich von Wolfang, gegen das südliche Ende des flachen Davoser Talbodens hin gelegen ist, dominiert ebenfalls Picea mit einem wesentlich kleineren Pinuswert. Nun geben diese obersten analysierten Moorschichten nicht den gegenwärtigen Waldzustand wieder, sondern sind bereits recht alt. Sie wurden in etwa 30 cm Bodentiefe entnommen, und die Moore wachsen heute nicht mehr. Auch der große Anteil des Abiespollens (in Laret und Frauenkirch je ca. 15%) entspricht den heutigen Verhältnissen nicht. Wir erkennen aber trotzdem in dem gegenseitigen Verhältnis des Picea- und Pinuspollens das gleiche Spiel der Kräfte wie in der Gegenwart. Der Föhrenwald von Laret besteht seit der frühen Postglazialzeit, als der Serpentinbergsturz, auf dem er heute steht, von der Totalp niederging. Und der Talwind wird vermutlich die ganze Postglazialzeit durch bestanden haben. Dagegen war vor dem Einsetzen der menschlichen Reutungen der Anteil der Fichte im Davoser Gebiete größer als heute, wo die besseren Böden gereutet sind.

---

[1]) Paul Keller: Postglaziale Waldperioden in den Zentralalpen Graubündens. Beih. z. Botan. Centralblatt **46** 1930 Abt. II (395—489).

Das Pollenspektrum aus dem Rhodoreto-Vaccinietum entspricht, wie bereits erwähnt wurde, in seiner prozentualen Zusammensetzung weitgehend der heutigen Waldzusammensetzung. Doch müssen wir dabei die Lärche und die Arve ausnehmen. Unter den gezählten 18 Föhrenpollen war nur einer, der mit Sicherheit als Pollen von Pinus cembra erkannt werden konnte; die meisten waren nach Form und Größe Pinus montana, einige wahrscheinlich auch Pinus silvestris zuzuzählen. Arven gibt es heute in der Umgebung nur vereinzelt. Lärchenpollen wurde ein einziger gefunden, trotzdem die dem Orte der Probeentnahme benachbarten Bäume vorwiegend Lärchen waren, allerdings nur ein schmaler, oft unterbrochener Gürtel, hinter dem der geschlossene Fichtenwald einsetzte. Ferner muß hervorgehoben werden, daß unter den Pollen dieser Probe, trotzdem sie mitten in dem Rhododendron ferrugineum- und Vaccinium (myrtillus, uliginosum, vitis idaea)-Zwerggesträuch entnommen war, kein einziger Ericaceenpollen gefunden werden konnte. Die Pollen waren im allgemeinen sehr gut erhalten.

Im Pollenspektrum des Schneetälchens aus 2400 m Meereshöhe fällt der größere Anteil der Föhre auf, der in dem öden, von der Baumvegetation weit entfernten Gebiete wohl der großen Flugfähigkeit dieses Pollens zuzuschreiben ist.

Schließlich ist es von Interesse, den Anteil der Gramineen-, Cyperaceen- und insektenblütigen Pollen in unseren Schalenniederschlägen und in den Oberflächenproben zu betrachten. Ihr prozentualer Anteil ist in den Oberflächenproben ganz außerordentlich viel kleiner als in den frischen Niederschlägen, was kaum anders zu erklären ist als durch eine weitgehende Zerstörung dieser Pollen, denen gegenüber die Baumpollen sich als viel widerstandsfähiger erweisen. Doch hängt der Zerstörungsgrad dieser Pollen sicher in hohem Maße von der Konservierungsart ab. Die stets feuchten Sphagnumpolster von Laret enthalten den größten Prozentsatz von Gramineenpollen. In Oberflächenproben aus anderen Gebieten haben wir gelegentlich noch weit größere Werte gefunden. So zählten wir in einigen Oberflächenproben aus dem Gebiete von Einsiedeln auf 478 Baumpollen 305 Gramineenpollen, was einem Anteil von 64 % entspricht. Wie sich die Gramineen- und Cyperaceenpollen bei der weitergehenden Vertorfung verhalten, scheint mir noch keineswegs geklärt zu sein. Im allgemeinen finden wir sie in den Torfen des Gebirges nur ver-

einzelt, so zum Beispiel in unseren Einsiedler Untersuchungen und in Laret. Das kann sowohl auf weitergehende Zerstörung dieser Pollenart zurückzuführen sein als auch auf eine dichte Bewaldung, welche die grasartigen Pflanzen völlig zurückdrängte. In einem ausgedehnten Flachmoorgebiet wie Einsiedeln ist aber anzunehmen, daß die grasartigen Bestände stets eine wesentliche Ausdehnung gehabt haben, so daß die Möglichkeit der weitgehenden Zerstörung der Gramineen- und Cyperaceenpollen bei dem Torfbildungsprozesse nicht auszuschließen ist.

Zusammenfassung.

In den Jahren 1934 und 1935 wurde in Davos (1560 m hoch in den Graubündneralpen gelegen) der aus der Luft fallende Blütenpollen in Schalen aufgefangen. Die verschiedenen Pollentypen wurden für Perioden von bestimmter Dauer ausgezählt. Die Pollenniederschläge ergaben als ganzes und für die einzelnen Pollentypen innerhalb einer Vegetationsperiode keine ausgeglichenen Kurven und weisen in den beiden Beobachtungsjahren bedeutende Unterschiede auf. Diese Unregelmäßigkeiten werden vor allem auf Witterungseinflüsse, auf die Zonation der Vegetation an den Gebirgshängen und auf Ferntransport der Pollen zurückgeführt. Eine Vergleichsstation in dem steil über Davos in 2670 m Meereshöhe gelegenen Weißfluhjoch ergab während des Sommers 1935 einen bedeutenden Höhentransport von Pollen aus dem Davosertalgebiete.

Der Vergleich der Davoserpollenniederschläge mit der Waldzusammensetzung im Davosertal ergibt eine starke Überrepräsentierung von Pinus und Alnus im Pollenspektrum, der eine entsprechende Unterrepräsentierung von Picea gegenüber steht. Diese Disharmonie kann im wesentlichen durch die besondere Lage der Davoserstation gegenüber dem Talwind aus dem Prätigau erklärt werden. Der Pollengehalt von Oberflächen-Moospolstern aus Gebieten, in denen diese störenden Einflüsse schwächer sind, ergibt Pollenspektren, die mit der gegenwärtigen Waldzusammensetzung weitgehend übereinstimmen. Die Gramineen-Pollenzahlen sind in diesen Oberflächenproben gegenüber den Pollenniederschlägen stark reduziert.

